



N° 11-622-MIF au catalogue — N° 018

ISSN 1705-690X

ISBN 978-0-662-08036-7

Document de recherche

Série sur l'économie canadienne en transition

Villes et croissance : le rôle des externalités de connaissances dans l'adoption de technologies de fabrication de pointe

par W. Joung Yeo Angela No

Division de l'analyse microéconomique
18e étage, Immeuble R.-H. Coats, 100, promenade Tunney's Pasture
Ottawa, K1A 0T6

Téléphone: 1-800 263-1136



Statistique
Canada

Statistics
Canada

Canada

Comment obtenir d'autres renseignements

Toute demande de renseignements au sujet du présent produit ou au sujet de statistiques ou de services connexes doit être adressée à la Ligne info-médias, Division des communications et des services de bibliothèque, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0T6 (téléphone : 613-951-4636).

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.ca. Vous pouvez également communiquer avec nous par courriel à infostats@statcan.ca ou par téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

Centre de contact national de Statistique Canada

Numéros sans frais (Canada et États-Unis) :

Service de renseignements	1-800-263-1136
Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants	1-800-363-7629
Télécopieur	1-877-287-4369

Appels locaux ou internationaux :

Service de renseignements	1-613-951-8116
Télécopieur	1-613-951-0581

Programme des services de dépôt

Service de renseignements	1-800-635-7943
Télécopieur	1-800-565-7757

Renseignements pour accéder au produit

Le produit n° 11-622-MIF au catalogue est disponible gratuitement sous format électronique. Pour obtenir un exemplaire, il suffit de visiter notre site Web à www.statcan.ca et de choisir la rubrique « Publications ».

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle qui sont observées par les employés lorsqu'ils offrent des services à la clientèle. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.ca sous « À propos de nous » > « Offrir des services aux Canadiens ».

Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition

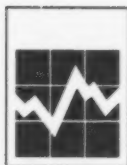
L'économie canadienne en transition est une série de nouveaux documents analytiques qui examinent les dynamiques du changement industriel présent dans l'économie canadienne. Cette nouvelle série offre aux utilisateurs des documents de recherche cohérents, sur une grande variété de perspectives empiriques de la structure industrielle de l'économie en mutation. Ces perspectives comprennent les dynamiques de la productivité, de la rentabilité, de l'emploi, de la production, de la structure professionnelle et de la géographie industrielle. Les lecteurs sont incités à correspondre avec les auteurs pour faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à www.statcan.ca.

Tous les documents de recherche de la Série *L'économie canadienne en transition* font l'objet d'un processus de révision institutionnelle et d'évaluation par les pairs afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'organisme statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats provenant d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut noter que les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée; de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.



Statistique Canada
Division de l'analyse microéconomique

Villes et croissance : le rôle des externalités de connaissances dans l'adoption de technologies de fabrication de pointe

W. Joung Yeo Angela No

Publication autorisée par le ministère responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2008

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission de Statistique Canada, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux, et/ou à des fins non commerciales. Statistique Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Statistique Canada, année de publication, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire quelque contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système d'extraction, ou de le transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Février 2008

N° 11-622-MIF au catalogue, n° 018

Périodicité : hors série

ISSN 1705-690X

ISBN 978-0-662-08036-7

This publication is available in English (Catalogue no. 11-622-MIE, n° 018).

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.



Remerciements

L'auteure a rédigé le présent document dans le cadre de sa thèse de doctorat à l'Université de Toronto, sous la direction du professeur D. Treffer. Elle a eu accès aux données de Statistique Canada grâce à une bourse de recherche que l'organisme lui a accordée.



Table des matières

Résumé.....	6
Sommaire exécutif.....	7
1. Introduction.....	8
2. La concentration géographique des établissements utilisateurs de technologies de pointe.....	12
3. Méthodologie	15
3.1 Cadre conceptuel.....	15
3.2 Cadre empirique.....	16
4. Données	21
4.1 Sources.....	21
4.2 Construction des variables	24
5. Résultats.....	27
5.1 Principaux résultats : la portée fonctionnelle des externalités technologiques.....	27
5.2 Questions économétriques	29
5.3 La portée géographique des externalités technologiques.....	34
5.4 La portée technologique des externalités technologiques.....	35
5.5 Autres effets d'agglomération.....	38
5.6 Caractéristiques organisationnelles.....	41
6. Conclusion	43
Annexe A : Construction des variables.....	44
Annexe B.....	46
Bibliographie	47



Résumé

Ce document porte sur la présence d'externalités de connaissances qui influent sur l'adoption de technologies de pointe dans le secteur canadien de la fabrication. Nous tâchons de déterminer, au moyen d'un modèle d'adoption de technologie, si les établissements qui adoptent des technologies de pointe sont plus susceptibles de ce faire lorsque d'autres établissements situés à proximité le font également.

Mots-clés : adoption de technologie, agglomération, externalités de connaissances, microdonnées

Classification du JEL : O3, R3



Sommaire exécutif

Les externalités de connaissances associées à la diffusion de nouvelles technologies sont depuis longtemps considérées comme d'importants moteurs de la croissance économique. Toutefois, cette hypothèse a dans une large mesure échappé à l'examen économétrique parce que les profils d'adoption de technologie ne sont généralement pas observables. Dans ce document, nous surmontons ce problème en exploitant un ensemble de données de panel exclusif qui rend compte de l'adoption de 22 technologies de fabrication de pointe par 1 902 établissements canadiens. Nous montrons tout d'abord que l'adoption de ces technologies est plus fortement concentrée sur le plan géographique (c.-à-d. agglomérée) que d'autres formes d'activité économique. De ce fait, nous tâchons de déterminer s'il existe des externalités de connaissances en examinant la mesure dans laquelle la probabilité qu'un établissement adopte une nouvelle technologie dépend de la présence d'établissements qui l'ont déjà adoptée. Les résultats montrent que l'adoption de technologie est facilitée par la présence d'établissements déjà utilisateurs qui possèdent quatre caractéristiques. Premièrement, ils utilisent déjà la même technologie (par opposition aux technologies de pointe de façon plus générale). Deuxièmement, ils sont établis dans la même région. Troisièmement, ils ressemblent à l'utilisateur potentiel en ce qu'ils achètent un ensemble similaire de biens et services intermédiaires. Enfin, ils diffèrent de l'utilisateur potentiel en ce qu'ils ne mènent pas d'activités sur le même marché de produits (c.-à-d. le même code à quatre chiffres de la Classification type des industries). Ces résultats sont robustes lorsque nous tenons compte des effets de la création d'un bassin de main-d'œuvre régional et de liens régionaux aux fournisseurs et aux acheteurs, ainsi que des effets fixes de l'industrie, de la région, du temps et de la technologie. Ces résultats laissent fortement supposer que les externalités de connaissances sont l'un des moteurs de la concentration de l'adoption de nouvelles technologies.



1. Introduction

Les externalités de connaissances associées à la diffusion de nouvelles technologies sont depuis longtemps considérées comme d'importants moteurs de la croissance économique moderne (p. ex., Rosenberg, 1982; Landes, 1998; et Romer, 1990). Étant donné que les externalités de connaissances à la fois facilitent les agglomérations économiques régionales et sont facilitées par elles (p. ex., Marshall, 1920; Krugman, 1991a, 1991b; et Porter, 1998), il est naturel de se demander si les externalités de connaissances ont également des effets d'agglomération en ce qui concerne l'adoption de nouvelles technologies. Plus précisément, l'adoption de nouvelles technologies est-elle plus fortement agglomérée que d'autres formes d'activité économique et, dans l'affirmative, ce phénomène est-il attribuable aux externalités localisées de connaissances? Toutefois, aucune attention n'a été accordée à l'effet des externalités de connaissances sur l'adoption de technologies dans les ouvrages publiés. Ce document vise à déterminer si les externalités localisées de connaissances jouent un rôle dans l'adoption de nouvelles technologies ainsi qu'à cerner et à estimer les effets des externalités de connaissances.

La figure 1 fournit une réponse simple à la première partie de cette question portant sur la concentration de l'adoption de technologies. Elle montre que la concentration géographique est plus forte dans le cas des établissements qui utilisent des technologies de fabrication de pointe que pour l'ensemble des établissements dans une industrie¹. Il s'agit d'un fait nouveau dans les ouvrages publiés et il soulève une question évidente mais importante : qu'est-ce qui explique le degré plus élevé de concentration géographique des établissements utilisateurs de technologies de fabrication de pointe? Une explication possible tient aux externalités de connaissances entre établissements utilisateurs de technologie. Malheureusement, cette hypothèse n'est pas facile à examiner. En premier lieu, il est rare de pouvoir observer les externalités de connaissances directement. En deuxième lieu, il y aurait d'autres explications éventuelles comme un bassin de main-d'œuvre, des liens en aval et en amont entre fournisseurs et acheteurs (p. ex., Krugman, 1991a; Fujita, Krugman et Venables, 1999; et Porter, 1990), des équipements locaux comme l'infrastructure de transport et des conditions comme le climat qui n'ont rien à voir avec les externalités².

Dans ce document, nous examinons chacune de ces explications. Même si nous trouvons des preuves à l'appui de presque toutes, nous en arrivons à la conclusion principale qu'un établissement est plus susceptible d'adopter une technologie particulière (p. ex., une cellule de fabrication flexible) si cette technologie particulière a déjà été adoptée par d'autres établissements dans des industries « similaires » dans la même région. Les industries similaires ici représentent un ensemble construit par nous d'industries qui ont un profil semblable d'achats

1. Nous traitons de cette question plus à fond à la section 2.

2. Pour un examen des questions associées à la détermination des effets d'agglomération, voir Hanson (2000).

d'entrées³. Ce résultat n'est pas attribuable à une corrélation trompeuse au niveau de l'industrie, au niveau de la région ou même au niveau industrie \times région. En premier lieu, le résultat se vérifie même après prise en compte du bassin de main-d'œuvre, des liens en aval avec les fournisseurs, des liens en amont avec les acheteurs, ainsi que des effets fixes relatifs à l'industrie, à la région, à la technologie et au temps. En deuxième lieu, le résultat montre que l'effet est le plus marqué lorsqu'il existe des similarités sur le plan géographique, technologique et fonctionnel et qu'il s'affaiblit avec la distance dans ces trois dimensions. En troisième lieu, le résultat est le plus important lorsque les établissements déjà utilisateurs sont dans une industrie différente de celle de l'utilisateur potentiel. Bref, le résultat laisse fortement supposer une communication entre établissements situés dans la même région géographique.

Cette communication laisse supposer l'existence d'externalités localisées de connaissances fondées sur l'apprentissage tel qu'exposé dans Case (1992), Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993), Powell et Brantley (1992) et von Hippel (1988). Par exemple, dans la décision d'adopter une nouvelle technologie, les utilisateurs potentiels se trouvent souvent aux prises avec des incertitudes en ce qui concerne les coûts de mise en place. Comme certains types de connaissances au sujet de la mise en place d'une nouvelle technologie sont tacites, elles sont plus susceptibles d'être acquises par l'observation directe des premiers adeptes, la démonstration, le bouche-à-oreille et d'autres mécanismes officieux. Ainsi, la présence locale d'établissements qui ont déjà adopté une nouvelle technologie faciliterait la diffusion rapide et complète de cette dernière.

L'analyse dans ce document s'appuie sur un ensemble de données de panel exclusif portant sur l'adoption de 22 technologies de fabrication de pointe par 1 902 établissements canadiens. Nous utilisons ces données pour nous pencher sur les questions suivantes. En premier lieu, et surtout, existe-t-il des externalités régionales de connaissances reliant les établissements déjà utilisateurs et les utilisateurs potentiels? Dans l'affirmative, l'importance de ces externalités dépend-elle de la similarité entre établissements déjà utilisateurs et utilisateurs éventuels lorsque la « similarité » est mesurée par le profil d'achats d'entrées? En deuxième lieu, les externalités de connaissances produites par les établissements déjà utilisateurs qui se transmettent aux utilisateurs potentiels sont-elles conditionnelles à la proximité géographique? Les externalités de connaissances des établissements déjà utilisateurs ont-elles des effets uniquement sur les utilisateurs potentiels dans la même région géographique ou également sur des utilisateurs potentiels situés à une plus grande distance? En troisième lieu, les externalités de connaissances sont-elles circonscrites par la proximité technologique? L'adoption par un établissement de la technologie τ a-t-elle des répercussions sur la décision d'autres établissements d'adopter une technologie quelconque ou seulement la technologie τ ? En quatrième lieu, quelle est la portée sectorielle des externalités d'agglomération sur l'adoption de technologie? C'est-à-dire, l'adoption de technologie est-elle facilitée par la spécialisation régionale dans quelques industries seulement, comme le soutient Marshall (1920), ou par la diversification régionale des industries, comme l'affirme Jacobs (1970)?

3. D'autres détails sur la construction de l'ensemble d'industries similaires sont donnés à la section 4.2.

Même si dans la plupart des discussions au sujet de l'agglomération il est supposé que les effets de cette dernière sur l'adoption de technologie sont importants, très peu d'études portent sur cette question. Il y a trois groupes d'ouvrages pertinents. Le premier s'inscrit dans le prolongement de Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993) qui examinent le type d'externalité de connaissances qui est saisie par les citations de brevets. L'utilisation de citations de brevets pour étudier les externalités de connaissances mérite que l'on procède à des recherches plus poussées sur les externalités de connaissances attribuables aux trois particularités des brevets. Premièrement, les entreprises souvent ne prennent pas de brevet (Levin et coll., 1987; Rosenberg, 1982). Deuxièmement, tous les brevets ne contiennent pas de renseignements de valeur, et donc ne constituent peut-être pas la meilleure mesure des externalités de connaissances. Troisièmement, les brevets ne décrivent qu'un aspect particulier des connaissances novatrices, et toutes les activités d'innovation ne se prêtent pas à la prise d'un brevet. En revanche, les 22 technologies de fabrication de pointe dont il est question dans cette étude n'ont pas les caractéristiques ci-dessus; elles sont souvent des technologies générales qui ont de la valeur et sont accessibles universellement. Par conséquent, elles saisissent les différents aspects des connaissances sur lesquelles portent les brevets et donc sont de bons candidats pour une étude des externalités de connaissances qui comblera une lacune importante dans les ouvrages publiés sur cette question.

Le deuxième groupe d'ouvrages ne porte pas sur les externalités de connaissances comme telles, mais sur l'importance de différentes sources d'agglomération (Rosenthal et Strange, 2001; Dumais, Ellison et Glaeser, 1997; et Holmes, 2002). Dans ces documents, les auteurs examinent séparément chaque source d'agglomération mais traitent les externalités de connaissances comme résidus, ou bien les mesurent d'une manière imparfaite.

Le troisième groupe d'ouvrages connexes porte sur les répercussions de l'agglomération sur l'adoption de technologie. Ce groupe ne comprend que deux études (Harrison, Kelley et Gant, 1996; Kelley et Helper, 1996), qui portent sur les effets des attributs de l'emplacement sur l'adoption de machines commandées par ordinateur. Comme dans le cas des études précédentes, les externalités de connaissances ne sont pas examinées directement ni isolées des effets d'autres attributs de l'emplacement, puisque le but visé est d'examiner les attributs de l'emplacement qui facilitent davantage l'adoption de technologie. En outre, les ouvrages publiés justifient des recherches plus poussées dans ce domaine puisqu'il s'agit ici d'études de cas qui sont fondées sur l'adoption d'une technologie donnée dans un petit nombre d'établissements dans un petit sous-ensemble d'industries — 342 établissements dans 21 industries au niveau à 3 chiffres de la Classification type des industries (CTI). Par conséquent, les effets des externalités de connaissances demeurent non déterminés dans les ouvrages publiés. Cette étude a pour but de suppléer à ces lacunes en déterminant empiriquement et en estimant séparément les répercussions des externalités de connaissances et d'autres sources d'agglomération sur l'adoption de technologie.

La conclusion principale de cette étude est que l'adoption de technologie est facilitée par la présence d'établissements déjà utilisateurs qui possèdent quatre caractéristiques : (1) ils utilisent déjà la même technologie (par opposition aux établissements utilisateurs de technologies de pointe de façon plus générale); (2) ils sont situés dans la même région géographique; (3) ils ressemblent à l'utilisateur potentiel en ce qu'ils achètent un ensemble similaire de biens et services; et (4) les effets des établissements déjà utilisateurs sont les plus marqués si ces

établissements déjà utilisateurs diffèrent de l'utilisateur potentiel en ce qu'ils ne mènent pas d'activités sur le même marché de produits (c.-à-d. le même code à quatre chiffres de la CTI). Ce résultat se vérifie même après prise en compte du bassin de main-d'œuvre régional, des liens régionaux aux fournisseurs et aux acheteurs ainsi que des effets fixes relatifs à l'industrie, à la région, à la technologie et au temps. Ces résultats sont de puissants indicateurs de la présence d'externalités localisées de connaissances dans l'adoption de nouvelles technologies.

Les chapitres 2 à 6 du document sont présentés comme suit. Au chapitre 2, nous documentons la plus forte concentration des établissements utilisateurs de technologie que des établissements de fabrication dans leur ensemble. Au chapitre 3, nous examinons la méthodologie. Au chapitre 4, nous décrivons les sources de données. Au chapitre 5, nous présentons les résultats des effets de l'agglomération sur l'adoption de technologie. Au chapitre 6, nous présentons nos conclusions.



2. La concentration géographique des établissements utilisateurs de technologies de pointe

S'il y a effectivement des externalités de connaissances entre établissements utilisateurs de technologie, alors les utilisateurs de technologie devraient afficher une plus forte concentration géographique que les établissements dans leur ensemble. Pour déterminer si les données viennent étayer cette hypothèse, nous examinons le degré de concentration géographique des établissements utilisateurs de technologies de pointe par rapport à l'ensemble des établissements dans le secteur de la fabrication au Canada. Nous utilisons l'indice de concentration d'Ellison-Glaeser pour mesurer le degré d'agglomération⁴. Cet indice mesure la concentration au-delà de celle qui pourrait se produire de façon aléatoire. Il prend la valeur de zéro lorsque la concentration d'une industrie est celle à laquelle on pourrait s'attendre d'un processus de localisation aléatoire et prend une valeur positive lorsque la concentration d'une industrie est supérieure à celle qui pourrait se produire de façon aléatoire.

La figure 1 montre l'indice de concentration d'Ellison-Glaeser pour l'ensemble des établissements de fabrication et des établissements utilisateurs de technologies de pointe en 1993 pour les industries manufacturières à deux chiffres de la Classification type des industries (CTI) au niveau de la région économique⁵. La barre grise représente la concentration de l'ensemble des établissements dans chaque industrie. Toutes les industries manufacturières au niveau à deux chiffres ont une valeur positive de l'indice, ce qui indique une concentration géographique excessive. Cette concentration excessive n'est pas étonnante puisque la concentration géographique de l'activité économique est un fait bien documenté dans les ouvrages publiés (Krugman, 1991b; Ellison et Glaeser, 1997). Ce qui est plus important, toutefois, c'est le degré de concentration des établissements utilisateurs de technologies de pointe, indiqué par les barres noires. Il montre que ces établissements non seulement affichent une concentration excessive dans chaque industrie, mais sont considérablement plus concentrés que l'ensemble des établissements dans la plupart des industries. Ce fait n'a jamais été documenté dans les ouvrages

4. L'indice d'Ellison-Glaeser est défini comme étant
$$\gamma \equiv \frac{G - H}{1 - H} \equiv \frac{\sum_{i=1}^M (s_i - x_i)^2 / (1 - \sum_{i=1}^M x_i^2) - \sum_{j=1}^N z_j^2}{1 - \sum_{j=1}^N z_j^2}$$

$G \equiv \sum_i (s_i - x_i)^2$ est le coefficient de Gini spatial, où x_i est la part de l'emploi de l'emplacement i dans une industrie donnée. $H = \sum_{j=1}^N z_j^2$ est l'indice d'Herfindahl des établissements j dans l'industrie, où z_j représente la

part de l'emploi du j^{e} établissement. Soient s_1, s_2, \dots, s_M les parts de l'emploi d'une industrie dans chacune des régions géographiques M , et x_1, x_2, \dots, x_M les parts de l'emploi total dans chacune des régions M . Il permet de corriger la concentration aléatoire découlant de la structure industrielle que le Gini spatial ne prend pas en compte.

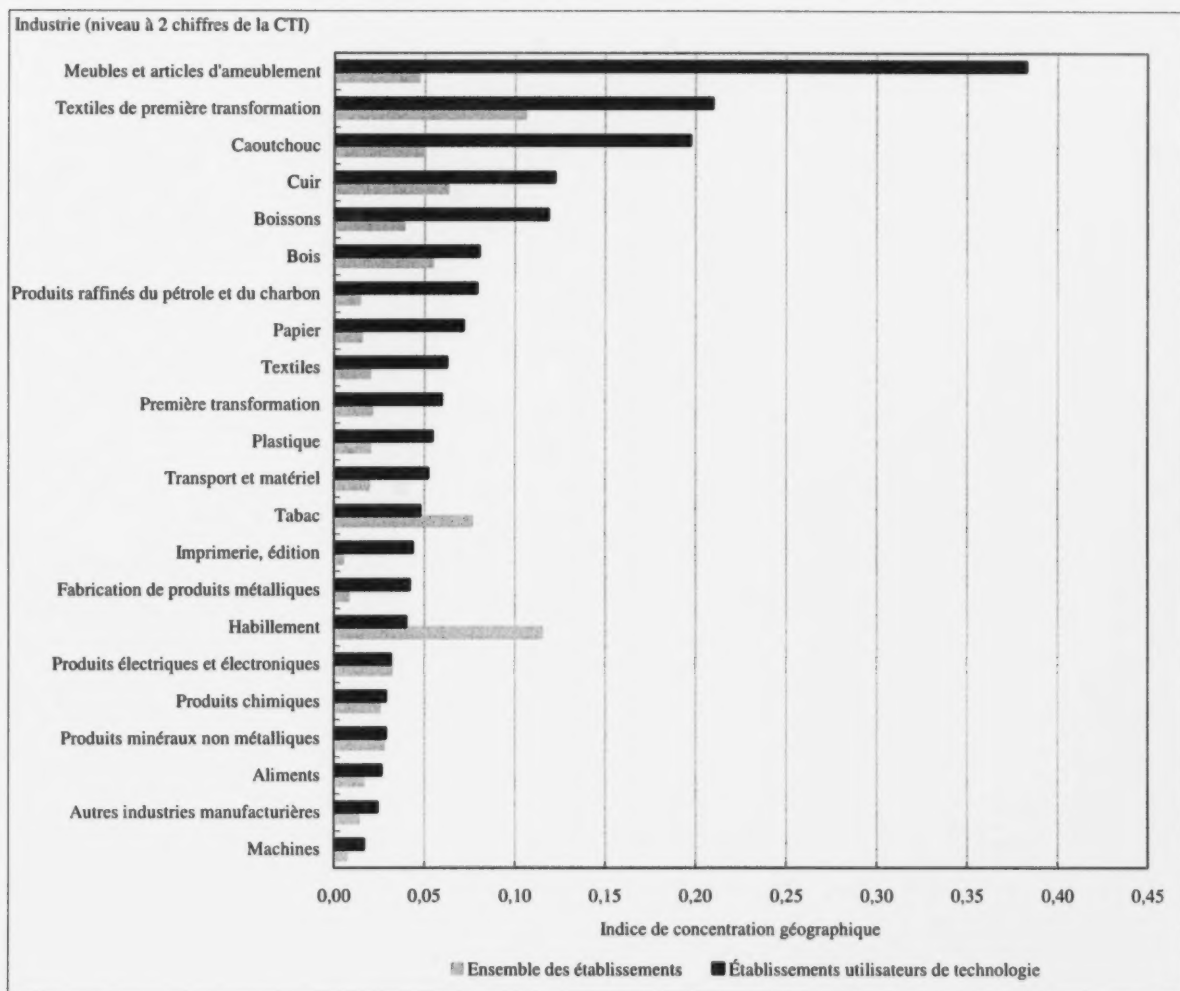
5. Pour une explication plus détaillée des régions économiques, voir la section 5.2.

publiés⁶. Même si une valeur positive de l'indice n'est pas une preuve suffisante de la présence d'externalités de connaissances chez les utilisateurs de technologie, elle en constitue une preuve nécessaire. Quelle serait alors l'explication du degré plus élevé d'agglomération chez les établissements utilisateurs de technologie? Qu'est-ce qui attire les établissements dans certaines régions et facilite l'adoption de technologie — les externalités localisées de connaissances entre établissements utilisateurs de technologie, ou bien d'autres économies d'agglomération ou effets d'un « environnement commun »?

6. Audretsch et Feldman (1996) montrent que l'activité d'innovation est considérablement plus concentrée que la production globale et que les industries qui mettent l'accent sur la R-D ont tendance à être davantage concentrées sur le plan spatial. Un résultat connexe est obtenu par Jaffe, Trajtenberg et Henderson (1993), qui montrent que les citations de brevets sont fortement concentrées sur le plan spatial.

Figure 1

La concentration géographique de l'activité, ensemble des établissements et établissements utilisateurs de technologies de pointe, Canada, 1993



Nota : CTI : Classification type des industries. Cette figure présente les résultats des calculs de l'auteur effectués à l'aide de l'indice de concentration d'Ellison-Glaeser.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.



3. Méthodologie

3.1 Cadre conceptuel

Un accent de plus en plus important a été mis sur le rôle de l'agglomération des activités économiques. Au fil du temps, nous avons vu que les industries ont tendance à se concentrer géographiquement dans un petit nombre de régions et cette tendance n'a cessé de croître même à une époque de faibles coûts de transport et de communication. Les degrés de concentration régionale des industries sont tout simplement trop élevés pour s'expliquer par des accidents historiques ou un processus aléatoire (Ellison et Glaeser, 1997). Ainsi, on croit que les fortes concentrations d'activités économiques sont attribuables aux avantages qu'offrent les économies d'agglomération régionale. Les trois avantages les plus généralement reconnus de l'agglomération régionale sont les externalités de connaissances, la main-d'œuvre spécialisée qualifiée et le partage des entrées (Marshall, 1920). Alors qu'il est relativement facile de mesurer avec exactitude les effets de la main-d'œuvre spécialisée qualifiée ou du partage des entrées, l'estimation des effets des externalités de connaissances a échappé à l'examen économétrique principalement parce que, dans la plupart des cas, ces effets ne sont pas observables.

Il y a deux types de connaissances, soit les connaissances explicites ou codifiées qui peuvent être exprimées efficacement au moyen de formes symboliques de représentation, et les connaissances tacites qui ne se prêtent pas à pareille représentation (Reber, 1995). Plus il est facile d'accéder aux connaissances explicites, plus les connaissances tacites jouent un rôle important dans le maintien et l'amélioration de la position concurrentielle de l'entreprise (Maskell et Malmberg, 1999). Par conséquent, les connaissances tacites jouent un rôle plus important aujourd'hui où il est plus facile d'obtenir des connaissances explicites.

En mettant en place de nouvelles technologies, les établissements se trouvent aux prises avec de nombreuses incertitudes liées aux coûts et aux avantages des technologies, aux difficultés d'adaptation et à la formation des employés. Disposer de plus de renseignements sur ces questions réduirait non seulement les incertitudes associées à l'adoption de nouvelles technologies mais permettrait aussi aux établissements de mieux évaluer les risques et les attentes. Toutefois, étant donné que certains renseignements associés à la mise en place de nouvelles technologies sont tacites — par exemple, les caractéristiques détaillées relatives à l'ingénierie ou les changements organisationnels particuliers permettant d'exploiter pleinement les capacités technologiques — l'acquisition de ce type de connaissances se fera par l'observation directe des premiers adeptes, la démonstration, le bouche-à-oreille et d'autres mécanismes officieux. Par conséquent, la présence locale d'établissements déjà utilisateurs peut faciliter les externalités de connaissances entre établissements dans la région. En outre, la boucle de rétroaction des externalités de connaissances des établissements utilisateurs de technologie facilite l'agglomération régionale et est facilitée par elle (Case, 1992; Jaffe, Trajtenberg et Henderson, 1993; Powell et Brantley, 1992; et von Hippel, 1988).

Ainsi, il est difficile de mesurer à distance l'importance de la présence locale d'établissements déjà utilisateurs comme source d'information. Par conséquent, nous qualifierons les répercussions positives de la présence locale des établissements déjà utilisateurs de technologie d'externalités de connaissances produites par les établissements déjà utilisateurs qui se transmettent aux utilisateurs potentiels.

3.2 *Cadre empirique*

Les données sur le profil d'adoption de technologie peuvent-elles révéler si la présence d'établissements déjà utilisateurs avoisinants influe sur la décision d'un établissement d'adopter la technologie? Pour expliquer la méthode utilisée pour estimer les répercussions de la présence locale d'établissements déjà utilisateurs de technologie, nous modélisons tout d'abord la probabilité qu'un établissement décide d'adopter la technologie. Supposons que le modèle réel régissant l'adoption de technologie par un établissement est donné par

$$\Pr(\text{Adoption}_{eiri}) = f(\text{ExternalitésConnaissances}_{eiri}, \text{caractéristiques de l'établissement}_e, \text{contrôles})$$

où l'indice e représente l'établissement, l'indice i représente l'industrie, l'indice r représente la région, l'indice τ représente la technologie et l'indice t représente le temps. Adoption_{eiri} est une variable binaire qui indique si un établissement e dans l'industrie i dans la région r adopte la technologie τ au temps t .

Comme les externalités de connaissances ne sont pas observables et donc doivent être inférées, il s'agit surtout dans l'estimation des externalités de connaissances de veiller à spécifier le plus exactement possible la voie de transmission de ces externalités et le plus fin niveau de détail auquel nous pouvons contrôler les effets exogènes qui influent sur la probabilité d'adoption de technologie par un établissement. En estimant l'impact de la présence locale d'établissements déjà utilisateurs sur la probabilité d'adoption de technologie par les autres établissements, nous tâchons dans ce document de déterminer les externalités de connaissances émanant d'établissements déjà utilisateurs qui se transmettent aux utilisateurs potentiels. Les résultats provisoires montrent que la présence d'établissements déjà utilisateurs a un effet positif sur l'adoption de technologie par d'autres établissements. Les résultats détaillés sont exposés au chapitre 5.

Cet effet positif des établissements déjà utilisateurs sur les utilisateurs potentiels peut-il être interprété comme preuve d'externalités de connaissances ou de partage d'information entre ces établissements? Idéalement, si nous connaissions toutes les influences exogènes qui touchent sur la décision d'un utilisateur potentiel, alors nous pourrions inférer l'effet positif des établissements déjà utilisateurs comme saisissant leurs propres effets seulement. Toutefois, selon des hypothèses alternatives, la présence d'établissements déjà utilisateurs serait corrélée positivement à la décision en matière d'adoption de technologie des utilisateurs potentiels même en l'absence de tout type d'externalités de connaissances. Nous examinons maintenant ces hypothèses alternatives.

La première hypothèse alternative veut que les résultats soient attribuables à des caractéristiques régionales locales non observées qui sont corrélées à la présence d'établissements utilisateurs de technologie ainsi qu'à la décision des utilisateurs potentiels. Plus précisément, les régions où il y a agglomération d'activités économiques offrent des avantages non seulement sur le plan des affaires mais également pour l'adoption de nouvelles technologies. Entre autres facteurs évidents, il convient de mentionner la présence d'une importante main-d'œuvre qualifiée (p. ex., scientifiques et ingénieurs pouvant faciliter l'adoption et la mise en œuvre de technologies), la présence locale de fournisseurs d'entrées et de consommateurs de produits, la présence d'universités ou d'établissements de recherche, les politiques fiscales et une bonne infrastructure. En outre, les établissements dans la même région subissent les mêmes influences locales exogènes, comme les subventions locales à la recherche et développement (R-D), les incitatifs fiscaux ou le cycle économique, qui influent sur l'adoption de technologie. Ces caractéristiques particulières à l'emplacement ont un effet idiosyncrasique sur la décision en matière d'adoption de technologie de tous les établissements dans cette région et certains de ces effets sont corrélés positivement au nombre existant d'établissements utilisateurs de technologie dans la région. Par conséquent, il est impératif d'établir la distinction entre les effets des caractéristiques particulières à l'emplacement et les effets de la présence d'établissements déjà utilisateurs.

Selon la deuxième hypothèse, les résultats sont attribuables aux effets non observés opérant à divers niveaux qui sont corrélés à la fois à la présence d'établissements utilisateurs de technologie et à la décision des utilisateurs potentiels dans une région. Ces effets non observés peuvent se situer au niveau de l'industrie, de la technologie ou même de l'interaction industrie \times région, industrie \times technologie ou région \times technologie. Par exemple, l'adoption de technologies de fabrication de pointe dans l'industrie d'avions et des pièces d'avion, Classification type des industries (CTI) 321, est de 28 % alors qu'il est de 4 % seulement dans l'industrie des boyaux et courroies en caoutchouc, CTI 152. Étant donné ce type d'effets fixes au niveau de l'industrie, une concentration régionale d'industries à forte composante technologique serait corrélée positivement au nombre d'utilisateurs de technologie dans la région. Un autre exemple de tels effets non observés est la réduction des coûts de l'adoption, par exemple, de technologie de conception et d'ingénierie assistée par ordinateur (CAO/IAO), qui aurait pour effet d'accroître le taux d'adoption de cette technologie. De même, un incitatif fiscal local ou une subvention de R-D à une industrie donnée aurait pour effet d'accroître l'adoption globale de technologies dans cette industrie dans cette région. Étant donné les nombreux facteurs éventuels pouvant influencer sur l'adoption de technologie au niveau de l'établissement, il est essentiel de tenir compte de ces effets non observés qui se situent à divers niveaux.

Selon la troisième hypothèse alternative, les résultats seraient attribuables aux caractéristiques des établissements omises qui influent sur la décision en matière d'adoption de technologie. Une théorie de la capacité différentielle des entreprises d'absorber et d'utiliser à bon escient une nouvelle information technique met l'accent sur les différences sur le plan des compétences internes, de l'accès aux ressources financières et des routines organisationnelles. Ces différences influent sur la rentabilité prévue de chaque entreprise, soit le rendement progressif de l'investissement dans la nouvelle technologie, ce qui à son tour explique le profil d'adoption inégal observé (Cohen et Levinthal, 1990; Dosi, 1988; Malerba, 1992; et Nelson et Winter, 1982). En outre, l'apprentissage par l'établissement et sa capacité d'appliquer l'information acquise varient également selon le niveau de ressources organisationnelles, l'échelle du

processus de production, l'utilité de la nouvelle technologie pour le processus de production de base de l'établissement et les sources d'information, autant de facteurs n'ayant peut-être rien à voir avec l'emplacement géographique comme tel. Par exemple, les grands établissements ou les établissements multiproduits peuvent fort bien être exploités par des entrepreneurs plus innovateurs qui ont tendance à adopter plus de nouvelles technologies. Par conséquent, le terme d'erreur dans la spécification qui est corrélé aux variables dans le deuxième membre de l'équation peut comprendre une composante particulière à l'établissement. En outre, il se peut que certaines des variables soient potentiellement endogènes (p. ex., un établissement adopte une nouvelle technologie puis décide de s'établir dans une région ou de déménager dans une région aux fins d'adoption de technologies).

Afin de déterminer et d'estimer l'effet des établissements déjà utilisateurs sur les utilisateurs potentiels séparément des effets non observés mentionnés ci-dessus et de les éliminer comme explications éventuelles des résultats, nous employons les méthodes suivantes. Premièrement, nous procédons comme suit en ce qui a trait à la possibilité que les résultats soient attribuables aux variables relatives à l'emplacement omises. Si les résultats se vérifient après inclusion des effets fixes de l'emplacement, ils ne peuvent être attribuables à des effets communs au niveau régional, comme la présence d'universités, l'avantage lié à l'emplacement, le transport, les politiques fiscales ou les influences régionales. Par conséquent, nous incluons les effets fixes relatifs à l'emplacement au niveau de la région économique qui est le niveau auquel les variables dépendantes ainsi que les variables clés sont mesurées⁷. En outre, pour garantir que les résultats ne saisissent pas les effets liés à l'agglomération comme la présence locale de main-d'œuvre spécialisée qualifiée, de fournisseurs d'entrées et de consommateurs de produits ainsi que la taille globale des activités de fabrication régionales à un niveau géographique plus fin que celui de la région économique, nous incluons les variables qui saisissent ces effets au niveau de la division de recensement. Par conséquent, ces variables garantissent que les résultats ne sont pas attribuables aux effets de l'agglomération qui opèrent au niveau de la division de recensement ainsi qu'à tout effet non observé au niveau de la région économique.

Deuxièmement, nous procédons comme suit en ce qui a trait aux effets non observés pouvant se situer à divers autres niveaux. Les effets fixes de l'industrie, de la technologie et du temps sont inclus de manière à tenir compte des effets qui sont communs à l'industrie, à la technologie et au temps. En outre, deux variables mesurant le taux moyen d'adoption de technologies dans l'ensemble selon l'industrie \times la région et le taux moyen d'adoption dans une région selon la technologie particulière \times l'industrie sont incluses dans la spécification pour tenir compte également des effets qui se situent aux niveaux industrie \times région et technologie \times région⁸.

Troisièmement, pour régler le problème de l'hétérogénéité non observée des établissements, nous incluons un vaste ensemble de caractéristiques des établissements comme la taille, la situation de l'établissement, le nombre de produits, la propriété et l'âge. Même si l'hétérogénéité au niveau des établissements serait contrôlée idéalement par les effets fixes relatifs à l'établissement, la faible variation des profils d'adoption de 22 technologies dans un établissement ne permet pas d'inclure ces effets fixes. Par conséquent, nous utilisons plutôt des

7. L'unité de la géographie est examinée plus en détail à la section 4.

8. L'inclusion d'effets fixes aux niveaux d'interaction permettrait de saisir complètement tous les effets. Cependant, étant donné la variabilité de l'échantillon, elle n'est pas permise dans cette spécification.

variables qui saisissent l'hétérogénéité importante au niveau des établissements qui influe sur les décisions en matière d'adoption. Selon nous, l'ensemble de caractéristiques des établissements inclus ici correspond au plus riche ensemble de données au niveau de l'établissement utilisé dans les ouvrages publiés.

En plus des importants contrôles et effets fixes mentionnés ci-dessus, nous estimons les effets relatifs aux établissements déjà utilisateurs séparément selon la distance sur les plans fonctionnel, géographique et technologique de l'utilisateur potentiel. Ces estimations distinctes non seulement révèlent comment les effets sont circonscrits par les trois dimensions, mais servent à vérifier que les résultats ne sont pas attribuables à l'une des hypothèses alternatives exposées ci-dessus. Les raisons sont les suivantes. Premièrement, l'estimation des effets des établissements déjà utilisateurs dans la même région, séparément selon la distance fonctionnelle de l'utilisateur éventuel, nous permet de déterminer si les résultats sont attribuables aux effets fixes région \times technologie ou si les effets sont propres à la fonction ou à l'industrie particulière à chaque niveau région \times technologie. Deuxièmement, l'estimation des effets des établissements utilisateurs de la même technologie, séparément selon la distance géographique, nous permet de déterminer si les effets sont attribuables aux effets fixes industrie \times technologie ou s'ils sont particuliers à la géographie à chaque niveau industrie \times technologie. Enfin, l'estimation des effets des établissements déjà utilisateurs dans la même région, selon la distance technologique de l'utilisateur éventuel, nous permet de déterminer si les effets sont attribuables aux effets fixes industrie \times région ou s'ils sont particuliers à la technologie à chaque niveau industrie \times région. Ces estimations distinctes des effets des établissements déjà utilisateurs sur les utilisateurs potentiels selon la distance sur les plans fonctionnel, géographique et technologique confirment que les effets des établissements déjà utilisateurs ne sont pas attribuables à l'un quelconque des autres effets éventuels mentionnés ci-dessus mais qu'ils saisissent fort probablement les effets de la présence d'établissements déjà utilisateurs. La seule possibilité du résultat trompeur qui reste est que les résultats sont attribuables à des effets fixes qui se situent au niveau région \times industrie \times technologie \times temps. Non seulement est-il très peu probable de cerner des effets fixes qui opèrent à ce niveau détaillé, le fait que les résultats sont les plus probants lorsque les établissements déjà utilisateurs se situent dans les industries similaires mais non dans la même industrie que celle des utilisateurs potentiels fournit une preuve fort convaincante de la validité des résultats obtenus ici.

L'équation d'estimation de l'adoption par l'établissement e de la technologie τ au temps t est donc :

$$\begin{aligned} \Pr(\text{ADOPTION}_{e,t,t}) = & F(\alpha_0 + \beta_1 \text{DéjàUtilisateurs}_{\text{Similaires}_{tR,t-1}} + \beta_2 \text{DéjàUtilisateurs}_{\text{AssezSimilaires}_{tR,t-1}} \\ & + \beta_3 \text{DéjàUtilisateurs}_{\text{Différentes}_{tR,t-1}} + \beta_4 \text{EmploiRégional}_{tR,t-1} \\ & + \beta_5 \text{Ingénieurs}_{t,t-1} + \beta_6 \text{Entrées}_{tR,t-1} + \beta_7 \text{Production}_{tR,t-1} \\ & + \beta_8 X_{e,t-1} + \beta_9 \text{Moy}_{\text{Ind}_{\text{Région}_{tR,t-1}}} + \beta_{10} \text{Moy}_{\text{Ind}_{\text{Tech}_{tR,t-1}}} \\ & + \delta_R + \gamma_t + \varphi_\tau + \lambda_e + \varepsilon_{e,t,t}) \end{aligned}$$

où F représente la distribution cumulative logistique. Le modèle logit est utilisé pour saisir « l'extrémité » de la distribution (c.-à-d. il y a une plus forte proportion d'établissements qui n'utilisent aucune technologie au temps t). X_{eit} est un vecteur des caractéristiques des établissements, $Moy_Ind_Région_{it}$ est un taux moyen d'adoption de technologies de pointe dans l'ensemble des établissements dans l'industrie i dans la région économique R au temps t , et $Moy_Ind_Tech_{it}$ est un taux moyen d'adoption de la technologie τ dans l'industrie i sur l'ensemble des régions économiques au temps t . δ_R est l'effet fixe de l'emplacement, γ_i est l'effet fixe de l'industrie, φ_τ est l'effet fixe de la technologie et λ_t est l'effet fixe du temps. Les variables dans l'équation d'estimation sont expliquées en détail au chapitre qui suit et au tableau 3.

4. Données

4.1 Sources

Les données sur lesquelles s'appuie l'analyse proviennent de nombreuses sources dont la principale est l'Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 (EITP). Il s'agit d'un ensemble de données uniques, confidentielles et exclusives portant sur environ 2 500 établissements dans l'ensemble du secteur manufacturier au Canada. L'enquête permet de recueillir des renseignements sur divers aspects de l'innovation et de l'adoption de technologies de fabrication de pointe. Plus particulièrement, elle fournit des renseignements sur l'adoption par chaque établissement de 22 technologies de fabrication de pointe dans 6 groupes de technologies. Les technologies sont des « technologies universelles » en ce qu'elles ne sont pas particulières à une industrie donnée mais peuvent être utilisées dans le processus de production de toute industrie⁹. Ces technologies figurent au tableau 1, de même que la fréquence de leur utilisation en 1993 et en 1984.

Tableau 1

Liste de technologies de fabrication de pointe et fréquence d'utilisation des technologies par les établissements

Technologies de fabrication de pointe	1993	1984
Conception et ingénierie		
Conception assistée par ordinateur (CAO) et/ou ingénierie assistée par ordinateur (IAO)	27,1	1,3
Production CAO utilisée pour contrôler les machines de fabrication (CAO/FAO)	12,9	0,6
Représentation numérique de la production CAO utilisée aux fins d'activités d'approvisionnement	6,0	0,2
Fabrication et assemblage		
Cellule de fabrication flexible (CFF) ou systèmes de fabrication flexible (SFF)	6,8	0,2
Machines à commande numérique et à commande numérique pilotée par ordinateur (CN/CNO)	15,0	2,8
Technologie laser utilisée dans la fabrication de matériaux	2,4	0,0
Robots bras-transferts	3,5	0,3
Autres robots	3,0	0,0
Manutention automatisée des matières		
Systèmes de stockage et de récupération automatiques (SSRA)	3,0	0,2
Systèmes de véhicules à guidage automatique (SVGA)	1,1	0,0
Inspection et communications		
Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai des matières d'arrivée ou en cours de traitement	6,1	1,0
Appareils automatisés à capteurs utilisés pour l'inspection ou l'essai des produits finals	6,8	1,4
Réseau local pour les données techniques	10,5	0,4
Réseau local pour utilisation à l'usine	8,1	1,0
Réseau informatique interentreprises reliant l'établissement aux sous-traitants, fournisseurs et/ou clients	7,5	0,1
Dispositif de commande programmable	17,1	1,9
Ordinateur exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	15,6	1,5
Systèmes de données sur la fabrication		
Planification des besoins de matières (PBM)	15,7	1,3
Planification des ressources de production (PRP II)	8,5	0,2
Intégration et contrôle		
Fabrication intégrée par ordinateur (FIO)	6,1	0,5
Supervisory control and data acquisition (SCADA)	7,5	1,0
Systèmes d'intelligence artificielle et/ou systèmes experts	1,5	0,0

Nota : Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

9. Le concept de technologie universelle utilisé ici n'est pas aussi vaste que celui utilisé dans Bresnahan et Trajtenberg (1995).

Tableau 2
Statistiques descriptives des variables

	1984	1987	1990
	Moyenne		
Caractéristiques des établissements			
Effectif de l'établissement	61,0	76,7	88,7
Nombre d'industries au niveau CTI-4 ¹ dans lesquelles l'entreprise mène des activités	1,98	2,20	2,85
Nombre de produits (biens et services produits)	2,41	1,93	2,83
Pourcentage d'entreprises à établissements multiples	0,16	0,19	0,22
Pourcentage d'entreprises appartenant à des intérêts étrangers	0,14	0,17	0,20
Externalités technologiques			
Nombre d'établissements déjà utilisateurs dans industries similaires	3,27	6,23	21,8
Nombre d'établissements déjà utilisateurs dans industries assez similaires	1,19	6,90	16,0
Nombre d'établissements déjà utilisateurs dans industries différentes	14,2	54,3	127,0
Emploi			
Emploi dans la division de recensement (en milliers)	72,8	73,5	73,2
Emploi dans les petits établissements dans la division de recensement (en milliers)	9,4	7,9	8,8
Emploi dans les grands établissements dans la division de recensement (en milliers)	42,5	45,8	45,6
Autres économies d'agglomération			
Valeur de la production dans l'industrie en amont dans la division de recensement	25,5	36,6	40,5
Valeur de la production dans l'industrie en aval dans la division de recensement	26,1	35,6	39,9
Pourcentage de scientifiques et d'ingénieurs dans la division de recensement	4,4	4,1	4,1

1. Classification type des industries au niveau à quatre chiffres.

Nota : Les variables sont pondérées par le « poids de l'établissement » fourni dans l'Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

L'EITP fournit un renseignement d'importance capitale, soit le moment de l'adoption par chaque établissement de chacune des 22 technologies. Ce renseignement permet de construire un ensemble de données de panel à partir de l'ensemble de données transversales fourni. Ainsi, nous avons construit un ensemble de données de panel portant sur trois périodes, soit 1984 à 1986, 1987 à 1989 et 1990 à 1992. L'utilisation d'intervalles de temps plutôt que de l'année permet de réduire les effets du biais de mémorisation dû à la nature rétrospective des données de panel tout en laissant suffisamment de variations régionales dans chaque période¹⁰.

D'autres renseignements sur les caractéristiques des établissements sont tirés de l'Enquête annuelle des manufactures (EAM). L'EAM est une base de données longitudinales sur les établissements manufacturiers au Canada qui permet de recueillir chaque année des renseignements sur presque tous les établissements manufacturiers au pays. Précisons que 1 902

10. Les établissements peuvent arrondir le nombre d'années d'utilisation d'une technologie donnée. Par exemple, ils peuvent déclarer 5 ans au lieu de 4 ans ou 6 ans et 10 ans au lieu de 9 ans ou 11 ans. D'ailleurs, nous observons des pics à 5 ans et 10 ans et de plus faibles nombres d'adoptions de nouvelle technologie sont déclarés pour 4 ans, 6 ans, 9 ans et 11 ans.

des 2 500 établissements sur lesquels porte l'EITP sont également visés par l'EAM. Les renseignements détaillés sur les établissements, comme l'emplacement géographique, l'emploi ou l'effectif, la production, le pays d'appartenance, l'âge de l'établissement et le fait d'être une entreprise à établissements multiples sont également tirés des données de l'EAM portant sur ces 1 902 établissements.

Tableau 3
Noms et définitions des variables

Nom de la variable	Définition
Variables des externalités technologiques	
Établissements déjà utilisateurs dans industries similaires	Nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie r dans les industries similaires i dans la région économique R au temps $t-1$
Établissements déjà utilisateurs dans propre industrie au niveau CTI-4 ¹	Nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie r dans la même industrie i au niveau à quatre chiffres de la CTI dans la région économique R au temps $t-1$
Établissements déjà utilisateurs dans industries similaires excluant propre industrie au niveau CTI-4	Nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie r dans les industries similaires excluant la même industrie i au niveau à quatre chiffres de la CTI dans la région économique R au temps $t-1$
Établissements déjà utilisateurs dans industries assez similaires	Nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie r dans les industries assez similaires i dans la région économique R au temps $t-1$
Établissements déjà utilisateurs dans industries différentes	Nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie r dans les industries différentes i dans la région économique R au temps $t-1$
Variables de l'emploi	
Emploi régional	Emploi dans la division de recensement r au temps $t-1$
Emploi dans industries similaires	Emploi dans les industries similaires i dans la division de recensement r au temps $t-1$
Emploi dans propre industrie au niveau CTI-4	Emploi dans la même industrie i au niveau à quatre chiffres de la CTI dans la division de recensement r au temps $t-1$
Emploi dans industries similaires excluant propre industrie au niveau CTI-4	Emploi dans les industries similaires excluant la même industrie i au niveau à quatre chiffres de la CTI dans la division de recensement r au temps $t-1$
Emploi dans industries assez similaires	Emploi dans les industries assez similaires i dans la division de recensement r au temps $t-1$
Emploi dans industries différentes	Emploi dans les industries différentes i dans la division de recensement r au temps $t-1$
Autres variables d'agglomération	
Entrées	Production des fournisseurs en amont de l'industrie i dans la région r au temps $t-1$
Production	Production des consommateurs en aval de l'industrie i dans la région r au temps $t-1$
Ingénieurs	Part des scientifiques et ingénieurs dans la population dans la région r au temps $t-1$
Autres variables de contrôle	
Adoption des technologies dans une région économique	Taux moyen d'adoption des technologies globales dans l'industrie i dans la région économique R
Adoption d'une technologie dans toutes les régions économiques	Taux d'adoption global de la technologie r dans l'industrie i sur l'ensemble des régions économiques

1. Classification type des industries au niveau à quatre chiffres.

Nota : Les variables sont utilisées pour indiquer les voies éventuelles de transmission des externalités d'agglomération.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

Pour mesurer les caractéristiques des économies régionales, nous utilisons l'EAM ainsi que le Recensement de la population. Toutes les variables caractérisant les activités locales de fabrication sont calculées au niveau de la division de recensement dans laquelle l'établissement est situé, à partir des données de l'EAM. Les variables caractérisant la démographie régionale sont calculées également au niveau de la division de recensement, à partir des données du Recensement de la population¹¹.

D'autres données supplémentaires proviennent des Tableaux sur les entrées-sorties nationales pour les années de 1983 à 1992. Nous utilisons les Tableaux sur les entrées-sorties nationales au niveau de détail le plus fin disponible, soit le niveau *w*, qui se compose de 145 industries de fabrication aux niveaux à trois et à quatre chiffres de la Classification type des industries (CTI). Les tableaux montrent la valeur des entrées intermédiaires et des produits que chaque industrie achète et vend à d'autres industries. À partir de ces données, on calcule les liens en aval et en amont.

Les unités de géographie utilisées dans ce document sont les régions économiques et les divisions de recensement. La province, la région économique et la division de recensement sont des unités géographiques, en ordre décroissant de taille. La région économique est une région statistiquement catégorisée comprenant une ou plusieurs divisions de recensement mais qui ne dépasse pas les limites d'une province ou d'un territoire^{12,13}.

4.2 Construction des variables

Mesure des similarités entre industries quant au profil des achats d'entrées

L'ampleur des externalités de connaissances produites par les établissements locaux utilisateurs de la technologie τ qui se transmettent aux utilisateurs potentiels peut dépendre de la « connexité » entre les deux industries. L'une des critiques les plus répandues des études géographiques précédentes sur l'utilisation d'unités industrielles fortement agrégées (habituellement au niveau à deux chiffres de la Classification type des industries [CTI]) pour déterminer empiriquement les industries « connexes » est que le niveau à deux chiffres de la CTI n'est peut-être pas approprié pour saisir les similarités des industries¹⁴. Par exemple, le niveau

11. Le Recensement de la population a lieu tous les cinq ans et, pour chaque année censitaire, environ 20 % des ménages reçoivent un questionnaire complet qui vise à recueillir des renseignements détaillés sur chaque personne.

12. En 1991, il y avait 10 provinces et 2 territoires au Canada, chaque province et territoire étant divisé en plusieurs régions économiques. Il y avait 68 régions économiques en tout, chacune étant divisée en une ou plusieurs divisions de recensement. Les provinces et territoires ensemble comptaient 290 divisions de recensement.

13. Alors que les limites des divisions de recensement tendent à rester constantes au fil des ans, on a procédé à une importante reconstruction des divisions de recensement dans les provinces du Québec et de la Colombie-Britannique vers la fin des années 1980. Afin de mesurer uniformément les effets des économies régionales, il importe de disposer d'une région géographique constante, de manière à ce que les variables régionales reflètent les changements économiques dans la région et non les changements attribuables à un remaniement de la taille de l'unité géographique. Ainsi, un code de division de recensement constant fondé sur les divisions de recensement de 1976 a été attribué à tous les établissements en toutes les années en utilisant Map Info et en procédant à l'appariement des codes postaux.

14. Par exemple, Rosenthal et Strange (2001).

CTI 39 comprend à la fois l'industrie des balais, brosses et vadrouilles (dans CTI 399) et l'industrie de la bijouterie et de l'argenterie (dans CTI 392), qui sont de nature très différente.

Dans le contexte de l'examen des effets des externalités de connaissances sur l'adoption de technologie, la « connexité » entre industries peut être mieux mesurée par les similarités en ce qui concerne les achats d'entrées, qui seraient plus proches des similarités dans les processus d'entrée que ne le permet la classification type des industries. Pour mesurer les similarités dans les achats d'entrées, nous utilisons l'information sur les profils d'achats d'entrées tirée des Tableaux sur les entrées-sorties nationales pour 145 industries aux niveaux à trois chiffres et à quatre chiffres de la CTI. Pour chaque industrie i , nous calculons sa corrélation ρ_{ij} avec toute autre industrie j en termes d'achats d'entrées et nous classons chaque industrie dans l'un des trois groupes en fonction de cette corrélation. Les industries dont la corrélation est égale ou supérieure à 0,50 sont classées dans la catégorie des industries « similaires », celles dont la corrélation se situe entre 0,50 et 0,20 sont classées dans la catégorie des industries « assez similaires » et celles dont la corrélation est inférieure à 0,20 sont classées dans la catégorie des industries « différentes »¹⁵. Pour chaque industrie, les groupes d'industries similaires, assez similaires et différentes ne sont pas symétriques ni de taille égale¹⁶. Les statistiques descriptives portant sur les catégories d'industries d'après les achats d'entrées sont comparées aux catégories d'industries au niveau à deux chiffres de la CTI au tableau B.1 à l'annexe B.

Utilisateurs de technologie

Pour chaque technologie τ , $T_{\tau i R t}$ est le nombre d'établissements dans l'industrie i dans la région R qui ont déjà adopté la technologie τ à la période t .

$$T_{n R t} = \sum_{e \in i, R} (p_e * I_{e \tau i R t}^{\tau})$$

où

$$I_{e \tau i R t}^{\tau} = \begin{cases} 1 & \text{si l'établissement } e \text{ dans l'industrie } i \text{ dans la région } R \text{ a déjà adopté la technologie } \tau \text{ avant le temps } t \\ 0 & \text{autrement} \end{cases}$$

p est un poids de l'établissement qui est fourni dans l'enquête de manière à ce que l'échantillon soit représentatif de la population. L'unité de géographie utilisée dans le calcul du nombre d'utilisateurs de technologie est la région économique. Étant donné que les renseignements sur les établissements utilisateurs de technologie sont tirés de l'EITP, il importe que le nombre d'observations dans chaque cellule soit suffisant pour qu'elles continuent d'être représentatives de la population. Par conséquent, le nombre d'utilisateurs de technologie est calculé au niveau de

15. Les repères pour ces groupes sont sélectionnés en fonction de la distribution des corrélations. La distribution des corrélations affiche un faible profil trimodal asymétrique : un petit pourcentage d'industries a des corrélations étroites, le deuxième groupe affiche des corrélations entre 0,20 et 0,50 et le reste se situe au niveau inférieur de la distribution.

16. La taille moyenne de chaque groupe d'industries selon le nombre d'industries au niveau à trois chiffres de la CTI qu'il comprend, comparativement à la taille de l'industrie au niveau à deux chiffres de la CTI, figure au tableau B.1 à l'annexe B.

la région économique, représenté par R , plutôt qu'au niveau plus fin de détail de la division de recensement, représenté par r .

Le nombre d'établissements dans les industries similaires dans la même région économique qui ont déjà adopté la technologie τ au temps t est calculé simplement comme étant :

$$DéjàUtilisateurs_Similaires_{\tau Ri} = \ln \sum_{j \in F} T_{\tau j Ri}$$

où les indices i et j représentent l'industrie et F représente un groupe d'industries qui sont classées dans la catégorie des industries « similaires » pour chaque industrie i . Le nombre d'établissements dans les industries « assez similaires » et dans les industries « différentes » qui ont adopté la technologie τ au temps t , $DéjàUtilisateurs_AssezSimilaires_{\tau Ri}$ et $DéjàUtilisateurs_Différentes_{\tau Ri}$, sont calculés de la même façon.

L'annexe A fournit plus de détails sur la construction des autres variables.



5. Résultats

5.1 Principaux résultats : la portée fonctionnelle des externalités technologiques

Dans cette section, nous présentons les principaux résultats en ce qui a trait à l'incidence de la présence locale d'établissements utilisateurs de la même technologie sur la probabilité qu'un établissement adopte la technologie τ , après prise en compte de divers effets. Plus particulièrement, la principale spécification permet d'estimer les différents effets de la présence d'établissements utilisateurs de la technologie sur l'adoption de la technologie par un établissement selon sa similarité fonctionnelle à ces utilisateurs, lorsque la similarité fonctionnelle est représentée par les similarités dans le profil des achats d'entrées. Les variables d'intérêt clés sont donc les établissements déjà utilisateurs de la même technologie dans la même région géographique qui mènent des activités dans les industries similaires, *DéjàUtilisateurs _ Similaires* _{$\tau|R_t$} , les industries assez similaires, *DéjàUtilisateurs _ AssezSimilaires* _{$\tau|R_t$} , et les industries différentes, *DéjàUtilisateurs _ Différentes* _{$\tau|R_t$} . Comme la décision de chaque établissement d'adopter la technologie τ au temps t est conditionnelle à diverses variables de contrôle, les externalités d'agglomération régionale, les caractéristiques des établissements et les effets fixes aux niveaux de l'industrie, de la région, du temps et de la technologie, sont inclus. Nous examinons les estimations sur ces variables explicatives aux sections 5.5 et 5.6 ci-dessous.

Les principaux résultats sont présentés à la colonne « Similarité des entrées » du tableau 4. Le coefficient des établissements utilisateurs de technologie dans les industries similaires est estimé comme étant positif et significatif, ce qui laisse supposer que les établissements sont plus susceptibles d'adopter une technologie τ donnée au fur et à mesure qu'augmente le nombre d'établissements utilisateurs de la même technologie dans les industries similaires dans la même région. L'élasticité de 0,0012 indique que lorsque « le nombre d'établissements déjà utilisateurs de la technologie τ dans les industries similaires dans la même région économique » double, la probabilité qu'un établissement adopte la technologie τ augmente de 0,12 %. La probabilité qu'un établissement situé dans la région économique couvrant la région du Grand Toronto adopte la technologie τ est de 6 % plus élevée comparativement à celle de l'établissement autrement identique situé dans une région qui compte 50 fois moins « d'établissements déjà utilisateurs de la technologie τ dans les industries similaires », toutes autres choses étant constantes par ailleurs. Le coefficient des utilisateurs de technologie dans les industries assez similaires est positif et significatif, l'élasticité étant égale à 0,00065. Cela indique que, même si la présence locale d'établissements déjà utilisateurs dans les industries assez similaires accroît effectivement la probabilité qu'un établissement adopte la technologie, son effet correspond seulement à environ la moitié de celui des établissements déjà utilisateurs dans les industries similaires. L'estimation pour les établissements utilisateurs de technologie dans les industries différentes révèle une faible corrélation négative entre la probabilité d'adoption de technologie

par un établissement et le nombre d'établissements déjà utilisateurs dans les industries différentes.

Tableau 4

Principaux résultats, portée fonctionnelle des externalités

Externalités technologiques	Similarité des entrées		Similarité de la production	
	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité
Déjà utilisateurs dans les industries similaires	0,0388*	0,0012	...	...
Erreur type	(0,0030)	...	...	...
Déjà utilisateurs dans leur propre CTI-4 ¹	...	...	0,0269*	0,00082
Erreur type	...	...	(0,0038)	...
Déjà utilisateurs dans les industries similaires excluant leur propre CTI-4	...	...	0,0402*	0,0012
Erreur type	...	...	(0,0030)	...
Déjà utilisateurs dans les industries assez similaires	0,0214*	0,00065	0,0207*	0,00063
Erreur type	(0,0030)	...	(0,0030)	...
Déjà utilisateurs dans les industries différentes	-0,0187*	-0,0005	-0,0181*	-0,00055
Erreur type	(0,0043)	...	(0,0043)	...
Observations	106 188		106 188	
Logarithme du rapport de vraisemblance	68 172		68 328	

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

1. Classification type des industries au niveau à quatre chiffres.

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{ent}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements et les effets d'agglomération, les variables de contrôle et les effets fixes. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe et Enquête annuelle des manufactures.

Il importe de signaler que les effets des externalités produites par les établissements déjà utilisateurs de technologie affichent un profil nettement à la baisse à mesure que les similarités fonctionnelles entre les établissements déjà utilisateurs et les utilisateurs potentiels diminuent. Les résultats révèlent que les établissements profitent de la présence locale d'établissements utilisateurs de technologie seulement lorsque ces derniers leur ressemblent suffisamment en ce qui a trait au profil des achats d'entrées qui reproduit les similarités dans les processus. Cela donne à penser que les externalités technologiques des établissements déjà utilisateurs de technologie sont circonscrites par les similarités fonctionnelles et que la simple présence d'établissements déjà utilisateurs de la même technologie dans la même région géographique ne procure pas nécessairement l'avantage d'externalités technologiques.

On peut poser une hypothèse alternative pour expliquer l'effet significatif des établissements déjà utilisateurs dans les industries similaires, soit que l'effet est attribuable à des effets exogènes qui sont communs aux établissements dans la même industrie établis dans la même région géographique, c'est-à-dire au niveau technologie \times industrie \times région \times temps. Pour éliminer cette hypothèse, nous subdivisons les établissements utilisateurs de technologie dans les industries similaires en deux groupes, soit celui des utilisateurs qui mènent des activités sur le marché de produits de leur propre industrie au niveau à quatre chiffres de la Classification type des industries (CTI) et celui des utilisateurs dans les autres industries dans les industries similaires (excluant leur propre industrie au niveau à quatre chiffres de la CTI du groupe des industries similaires). Il convient de souligner que le groupe des industries similaires étant

construit en fonction des niveaux à trois et à quatre chiffres de la CTI, les industries au niveau à quatre chiffres de la CTI sont, par construction, un sous-ensemble des industries similaires. Étant donné que l'effet des établissements utilisateurs de technologie dans les autres industries dans le groupe des industries similaires est soustrait à la possibilité d'une telle corrélation illusoire au niveau technologie \times industrie \times région \times temps, leur effet positif, s'il en est, suffit pour nous permettre d'éliminer l'hypothèse alternative d'un résultat trompeur découlant des effets fixes au niveau technologie \times industrie \times région \times temps.

La colonne « Similarité de la production » du tableau 4 montre les estimations de cette spécification de la décomposition du marché de produits. Les résultats révèlent que l'effet des établissements utilisateurs de technologie dans les autres industries dans le groupe des industries similaires est positif et significatif, ce qui montre bien que les effets des établissements déjà utilisateurs de technologie ne sont pas attribuables aux effets trompeurs communs aux mêmes industries. L'effet positif et significatif de la présence locale d'utilisateurs de technologie dans les autres industries dans le groupe des industries similaires, même après prise en compte des effets fixes au niveau de l'industrie, de la région, du temps et de la technologie ainsi que d'autres effets d'agglomération au niveau industrie \times région, laisse fortement supposer la présence d'un type quelconque de communication, à savoir des externalités de connaissances fondées sur l'apprentissage, entre établissements qui adoptent la même technologie dans la même région.

Il est intéressant de souligner également que l'effet des établissements utilisateurs de technologie dans les autres industries dans le groupe d'industries similaires est non seulement positif et significatif, mais en fait plus marqué que l'effet des établissements utilisateurs de technologie dans la même (propre) industrie. L'effet plus faible des établissements utilisateurs de technologie dans la même industrie (propre industrie au niveau à quatre chiffres de la CTI) peut être attribuable à des « externalités de connaissances entravées » du fait que les établissements ont des raisons de ne pas communiquer de l'information aux concurrents qui mènent des activités sur le même marché de produits. En pareil cas, la communication se ferait plutôt entre établissements qui mènent des activités sur des marchés de produits différents. Toutefois, et même si l'effet plus marqué des utilisateurs dans d'autres industries au sein du groupe des industries similaires est conforme à cette explication, l'absence de renseignements détaillés dans les données ne nous permet pas de déterminer les forces sous-jacentes auxquelles les résultats sont attribuables.

5.2 Questions économétriques

Questions d'identification

L'une des questions les plus cruciales en ce qui concerne la mesure des externalités de connaissances produites par les établissements déjà utilisateurs qui se transmettent aux utilisateurs potentiels tient à la mesure dans laquelle nous pouvons efficacement tenir compte des effets non observés à divers niveaux. Étant donné que les effets des établissements déjà utilisateurs sont mesurés au niveau technologie \times industrie \times région \times temps, il est possible de tenir compte des effets non observés à chaque niveau pour s'assurer de ne pas obtenir un résultat trompeur. La colonne « Effets fixes de l'industrie, de l'emplacement » du tableau 5 montre les résultats lorsque les effets fixes du temps, de la technologie, de l'industrie et de la région sont

inclus. Les estimations des établissements utilisateurs de technologie indiquées dans cette colonne sont tirées d'une spécification où les effets non observables à chacun des niveaux sont saisis intégralement au moyen des effets fixes.

Tableau 5

Externalités technologiques avec diverses variables de contrôle

	Effets fixes de l'industrie, de l'emplacement		Variables de contrôle (industrie × région)		Régression principale	
	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité
Externalités technologiques						
Déjà utilisateurs dans les industries similaires	0,0484*	0,0015	0,0448*	0,0014	0,0388*	0,0012
Erreur type	(0,0029)	...	(0,0029)	...	(0,0030)	...
Déjà utilisateurs dans les industries assez similaires	0,0240*	0,00073	0,0249*	0,00076	0,0214*	0,00065
Erreur type	(0,0029)	...	(0,0029)	...	(0,0030)	...
Déjà utilisateurs dans les industries différentes	-0,0208*	-0,00064	-0,0198*	-0,00060	-0,0187*	-0,00055
Erreur type	(0,0043)	...	(0,0043)	...	(0,0043)	...
Effets fixes						
Temps (t)	oui	non	oui	non	oui	non
Technologie (τ)	oui	non	oui	non	oui	non
Industrie (CTI-3 ¹ : i)	oui	non	oui	non	oui	non
Région (région économique : R)	oui	non	oui	non	oui	non
Autres variables de contrôle						
Adoption des technologies dans une région économique	non	non	oui	non	oui	non
Adoption d'une technologie dans toutes les régions économiques	non	non	non	non	oui	non
Observations	106 188		106 188		106 188	
Logarithme du rapport de vraisemblance	67 163		67 537		67 936	

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

1. Classification type des industries au niveau à trois chiffres.

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{enri}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements et les effets d'agglomération. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe et Enquête annuelle des manufactures.

Nous aimerions pousser plus loin l'expérience naturelle qui permet de déterminer si les effets des établissements déjà utilisateurs de technologie saisissent les effets fixes qui se situent au niveau de l'interaction industrie × région ou industrie × technologie. Nous contrôlons les effets industrie × région au moyen de la variable *Moy_Ind_Région*. Cette variable saisit les effets qui sont communs aux établissements dans la même industrie dans la même région, pour les diverses technologies. Un exemple de ces effets est la subvention de R-D dans les industries des produits électriques et électroniques dans la région d'Ottawa, qui aurait pour effet d'accroître l'investissement global dans ces industries dans cette région sans cependant augmenter le taux d'adoption d'une technologie donnée par rapport aux autres technologies. La colonne « Variables de contrôle (industrie × région) » du tableau 5 montre les résultats lorsque la variable *Moy_Ind_Région* est incluse. Les résultats révèlent que les effets des établissements déjà utilisateurs demeurent virtuellement inchangés au niveau de 5 %. Cela laisse supposer que les

effets des externalités présentés à la colonne « Effets fixes de l'industrie, de l'emplacement » ne sont pas attribuables à des effets non observés qui se situent au niveau industrie \times région.

De même, nous tenons compte des effets non observés au niveau industrie \times technologie par l'inclusion d'une variable, *Moy_Ind_Tech*, qui contrôle les effets communs aux établissements dans la même industrie qui adoptent la même technologie, pour les diverses régions. Un exemple de tels effets serait le fait que la conception assistée par ordinateur est plus susceptible d'être adoptée dans l'industrie aéronautique que dans l'industrie des produits pétroliers, quel que soit l'emplacement géographique. Les résultats sont présentés à la colonne « Régression principale » du tableau 5. Tous trois coefficients des établissements utilisateurs de technologie dans différents groupes fonctionnels demeurent significatifs et virtuellement de même grandeur, sauf pour une petite diminution dans le cas des établissements déjà utilisateurs dans les industries similaires. Les coefficients stables des établissements déjà utilisateurs pour différentes variables montrent que les effets estimatifs de ces établissements ne sont pas sensibles d'une spécification à l'autre mais sont robustes sur les plans tant de la signification que de la grandeur. Cette constatation vient étayer l'hypothèse selon laquelle les effets des établissements déjà utilisateurs ne sont pas attribuables aux effets fixes industrie \times région ou industrie \times technologie. La spécification à la colonne « Régression principale », celle qui est le plus étroitement contrôlée, est utilisée comme l'une des principales spécifications (elle est exposée à la section 5.1).

Comme dernière vérification, nous estimons des modèles probabilistes linéaires qui comprennent un plus vaste ensemble d'effets fixes. Bien qu'un modèle probabiliste linéaire ne convienne pas à l'examen d'une variable dépendante binaire, il permet d'inclure tous les effets fixes nécessaires pour vérifier des hypothèses alternatives. Par conséquent, nous incluons les effets fixes industrie \times région et industrie \times technologie à la place des variables de contrôle *Moy_Ind_Région* et *Moy_Ind_Tech* de manière à tenir compte intégralement des effets fixes à ces niveaux. Les résultats sont présentés au tableau B.2 à l'annexe B. Ils montrent systématiquement que les estimations des établissements déjà utilisateurs ont tendance à demeurer inchangées et robustes lorsque les effets fixes supplémentaires sont inclus¹⁷. Cela apporte une forte confirmation à l'impossibilité d'attribuer les effets des établissements déjà utilisateurs à une corrélation trompeuse opérant à d'autres niveaux ou encore à l'absence de variables de contrôle et d'effets fixes.

Questions de sélection d'échantillons

Étant donné la façon dont l'ensemble de données utilisé dans ce document est construit, il y a lieu d'examiner un éventuel biais d'échantillonnage. Vu la nature rétrospective des données de panel qui sont construites à partir des données d'une enquête transversale, les données de panel portent uniquement sur les établissements qui ont survécu au moins jusqu'en 1993, tandis que les établissements qui ont fermé leurs portes avant 1993 sont exclus. Étant donné que les établissements utilisateurs de technologie sont plus susceptibles de survivre (Baldwin et Gu, 2004), l'échantillon qui en résulte se compose d'établissements qui sont plus susceptibles d'adopter des technologies *ex ante*.

17. Même si le modèle probabiliste linéaire peut permettre de faire une comparaison utile, l'interprétation des coefficients est inappropriée.

Même s'il n'est pas possible d'obtenir un échantillon qui est représentatif de la population et n'est pas entaché d'un biais d'échantillonnage, nous pouvons utiliser une autre méthode pour vérifier si les résultats sont attribuables au biais d'échantillonnage. Intuitivement, les établissements sont plus susceptibles de survivre pendant une période de trois ans que pendant une période de dix ans. Par conséquent, des trois sous-échantillons portant sur trois périodes différentes, soit 1984 à 1986, 1987 à 1989 et 1990 à 1992, c'est celui qui couvre la dernière période, soit 1990 à 1992, qui devrait être le moins entaché d'un biais d'échantillonnage et donc être le plus représentatif de la population. Afin de déterminer si le biais d'échantillonnage est présent et suffisamment important pour influencer les résultats, nous comparons les estimations de l'échantillon complet aux estimations de l'échantillon de la dernière période, qui sert de repère. Les colonnes « Échantillon complet » et « 1990 à 1992 » du tableau 6 montrent les estimations de l'échantillon complet et de l'échantillon de la dernière période, respectivement. Les résultats révèlent que les estimations de l'échantillon complet et celle de l'échantillon de la dernière période sont les mêmes pour ce qui est du signe, de l'importance et de l'ordre de grandeur pour les trois coefficients des établissements utilisateurs de technologie. Les résultats montrent systématiquement que les effets des établissements déjà utilisateurs sont les plus importants lorsqu'il y a proximité fonctionnelle et diminuent de façon monotone avec les différences. En outre, selon les estimations, les effets des établissements déjà utilisateurs dans les industries similaires sont légèrement plus marqués au cours de la dernière période étudiée qu'au cours de la période visée par l'échantillon complet. Cela laisse supposer soit une rupture systématique entre la dernière période et la période antérieure dans les effets des établissements déjà utilisateurs, soit que les estimations de l'échantillon complet sont biaisées vers le bas comparativement à celles du dernier échantillon supposément moins entaché d'un biais. Comme des estimations de l'échantillon supposément moins entaché d'un biais appuient encore plus fortement les résultats, il n'y a pas lieu de s'inquiéter si ces derniers sont attribuables à un biais d'échantillonnage.

Tableau 6
Questions de sélection d'échantillons

	Échantillon complet	1990 à 1992
	Coefficient	Coefficient
Externalités technologiques		
Déjà utilisateurs dans les industries similaires	0,0355*	0,0492*
Erreur type	(0,0030)	(0,0043)
Déjà utilisateurs dans les industries assez similaires	0,0249*	0,0281*
Erreur type	(0,0030)	(0,0042)
Déjà utilisateurs dans les industries différentes	-0,0182*	-0,0764*
Erreur type	(0,0043)	(0,0076)
Autres effets d'agglomération		
Emploi régional	0,0656*	-0,010
Erreur type	(0,0087)	(0,0123)
Entrée	0,0760*	0,161*
Erreur type	(0,0079)	(0,011)
Production	-0,139*	-0,168*
Erreur type	(0,0088)	(0,012)
Ingénieurs	4,39*	1,12
Erreur type	(0,97)	(1,59)
Observations	106 188	39 960
Logarithme du rapport de vraisemblance	67 936	35 922

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{entri}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements et les effets d'agglomération. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

Questions d'endogénéité

Le problème de l'endogénéité est l'une des questions cruciales sur lesquelles porte la littérature sur le réseau. Dans le cas qui nous intéresse ici, la décision en matière d'emplacement prise par les établissements peut être endogène à leur décision en matière d'adoption de technologie. L'une des hypothèses sur lesquelles nous nous penchons dans ce document veut que les établissements soient hétérogènes quant à leur comportement d'adoption. Par conséquent, il se peut que les établissements qui sont plus susceptibles a priori d'adopter des technologies soient également plus susceptibles de s'établir dans des agglomérations. Si les établissements qui sont plus susceptibles d'adopter des technologies déménagent d'abord dans un endroit puis adoptent des technologies plus tard, alors les résultats exagéreront l'effet des externalités d'information pures. Même si les renseignements existants ne nous permettent pas de déterminer séparément ces deux effets, ils nous permettent de vérifier si cette question d'endogénéité potentielle peut présenter un problème ici.

Afin de déterminer dans quelle mesure les décisions en matière d'emplacement sont endogènes aux décisions en matière d'adoption de technologie, nous examinons le moment où sont prises les unes et les autres. Les données montrent que, dans le cas de la majorité des établissements, la décision en matière d'emplacement est prise bien avant celle en matière d'adoption de technologie. Les données révèlent que l'âge moyen des établissements qui adoptent des technologies (dans un nouvel emplacement) est de 11,6 ans et que la durée moyenne d'utilisation des technologies est de 3,4 ans. Même s'il est possible que les établissements déménagent dans une région en prévoyant adopter des technologies à l'avenir, en supposant que les établissements n'ont pas un don de clairvoyance parfaite, il est peu probable qu'ils ont pris la décision en

matière d'emplacement en moyenne 8,2 ans avant leur décision en matière d'adoption. En outre, l'âge moyen dans un nouvel emplacement n'est pas statistiquement différent selon qu'il s'agit d'établissements qui adoptent des technologies et d'établissements qui n'en adoptent pas, l'âge moyen pour ces derniers étant de 10,6 ans. Ces deux faits donnent à penser que la question de l'endogénéité dans la décision en matière d'emplacement, même si elle existe, est sans importance.

5.3 La portée géographique des externalités technologiques

Il est utile de tâcher de déterminer la portée en termes de distance géographique des effets des externalités produites par les établissements déjà utilisateurs de la technologie τ . Au lieu d'analyser seulement les effets des établissements déjà « utilisateurs locaux », comme dans la section précédente, nous élargissons notre analyse de manière à inclure les effets des établissements déjà utilisateurs géographiquement éloignés.

Les résultats sont présentés au tableau 7. Ce tableau montre comment la présence d'établissements déjà utilisateurs influe sur la probabilité d'adoption de technologie selon la distance géographique qui les sépare de l'utilisateur éventuel; nous regroupons les établissements déjà utilisateurs selon qu'ils sont situés dans un rayon de 300 kilomètres des utilisateurs éventuels, dans un rayon de 300 kilomètres à 1 000 kilomètres et à plus de 1 000 kilomètres. Les estimations montrent que l'effet des établissements déjà utilisateurs qui sont situés à une distance de 300 kilomètres est positif et significatif avec une élasticité de 0,0013; dans le cas des établissements déjà utilisateurs situés à une distance de 300 kilomètres à 1 000 kilomètres, l'effet est positif avec une élasticité de 0,0011 seulement; et dans le cas des établissements utilisateurs situés à plus de 1 000 kilomètres de distance, l'élasticité est de 0,0004. Cela révèle que les effets des établissements déjà utilisateurs de technologie sont les plus marqués en situation de proximité géographique et diminuent avec la distance. Plus petite est la distance géographique entre l'établissement déjà utilisateur et l'utilisateur éventuel, plus fortes sont les externalités technologiques émanant des établissements déjà utilisateurs. Le fait que les externalités technologiques émanant des établissements déjà utilisateurs de technologie dépendent de la proximité géographique et s'affaiblissent avec la distance constitue une preuve de la localisation des externalités de connaissances.

Tableau 7
Portée géographique des externalités technologiques

	Distance géographique	
	Coefficient	Élasticité
Établissements déjà utilisateurs de la même technologie dans des industries similaires situées dans un rayon de		
< 300 kilomètres	0,0425*	0,0013
Erreur type	(0,017)	...
300 kilomètres à 1000 kilomètres	0,0377*	0,0011
Erreur type	(0,0055)	...
> 1000 kilomètres	0,0137*	0,0004
Erreur type	(0,0032)	...
Effets de l'emploi		
Emploi dans les industries similaires	-0,0710*	-0,0022
Erreur type	(0,0079)	...
Emploi dans les industries assez similaires	0,0625*	0,0019
Erreur type	(0,0039)	...
Emploi dans les industries différentes	-0,0096	-0,0029
Erreur type	(0,0073)	...
Observations	106 188	
Logarithme du rapport de vraisemblance	68 408	

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{etir}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements, les autres effets d'agglomération, les variables de contrôle et les effets fixes. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

En outre, ce profil des effets des établissements déjà utilisateurs qui affiche une tendance à la baisse selon la distance géographique permet de procéder à une autre vérification de la corrélation qui s'établit au niveau technologie \times industrie. Si les estimations sont attribuables aux effets fixes technologie \times industrie, le résultat montrera que les effets ne diffèrent pas selon la distance géographique. Les effets des établissements utilisateurs qui s'affaiblissent selon la distance géographique montrent que les effets des établissements déjà utilisateurs sont particuliers à la distance géographique au niveau technologie \times industrie.

5.4 La portée technologique des externalités technologiques

Les externalités d'une technologie donnée ont-elles des effets uniquement sur la même technologie ou sur d'autres technologies également? Pour répondre à cette question, nous analysons l'effet, sur la probabilité qu'un établissement adopte la technologie τ , de la présence d'établissements déjà utilisateurs de technologies autres que la seule technologie τ . Cet examen sert également de test d'identification. Si les externalités des établissements déjà utilisateurs se transmettent par une voie particulière à la technologie à chaque niveau industrie \times région (c.-à-d. technologie \times industrie \times région), alors nous pouvons éliminer la possibilité que le résultat obtenu ici soit attribuable à quelques autres effets qui se situent au niveau industrie \times région.

Le tableau 8 montre les résultats pour trois différentes spécifications. La spécification pour la colonne « Même technologie » suppose que les externalités technologiques émanent

exclusivement des établissements déjà utilisateurs de la même technologie tandis que les spécifications pour les colonnes « Groupe de technologies » et « Toutes les technologies » supposent que les externalités technologiques peuvent émaner d'établissements déjà utilisateurs de l'une quelconque des 22 technologies étudiées. La colonne « Même technologie » montre le résultat repère pour les effets des établissements utilisateurs de la même technologie τ . La colonne « Groupe de technologies » montre les effets des établissements déjà utilisateurs de toutes technologies entrant dans deux groupes, soit celui des utilisateurs du même groupe de technologies que la technologie τ et celui des utilisateurs de groupes de technologies différents du groupe de la technologie τ . La colonne « Toutes les technologies » montre les effets des établissements utilisateurs locaux de toutes technologies entrant dans l'un de trois groupes, soit celui des établissements utilisateurs de la même technologie, celui des utilisateurs du même groupe de technologies (excluant la même technologie) et celui des utilisateurs des différents groupes de technologies.

L'équation d'estimation pour la spécification présentée à la colonne « Toutes les technologies » du tableau 8 est :

$$\begin{aligned} \text{Pr}(\text{ADOPTION}_{\text{ent}}) = & F(\alpha_0 + \beta_1 \text{Utilisateurs_MêmeTech_Similaires}_{\text{tr},t-1} + \beta_2 \text{Utilisateurs_MêmeGroupeT_Similaires}_{\text{tr},t-1} \\ & + \beta_3 \text{Utilisateurs_DiffGroupeT_Similaires}_{\text{tr},t-1} + \beta_4 \text{Utilisateurs_MêmeTech_AssezSimilaires}_{\text{tr},t-1} \\ & + \beta_5 \text{Utilisateurs_MêmeGroupeT_AssezSimilaires}_{\text{tr},t-1} + \beta_6 \text{Utilisateurs_DiffGroupeT_AssezSimilaires}_{\text{tr},t-1} \\ & + \beta_7 \text{Utilisateurs_MêmeTech_Différentes}_{\text{tr},t-1} + \beta_8 \text{Utilisateurs_MêmeGroupeT_Différentes}_{\text{tr},t-1} \\ & + \beta_9 \text{Utilisateurs_DiffGroupeT_Différentes}_{\text{tr},t-1} + \beta_{10} \text{EmploiRégional}_{\text{tr},t-1} + \beta_{11} \text{Ingénieurs}_{\text{tr},t-1} \\ & + \beta_{12} \text{Entrées}_{\text{tr},t-1} + \beta_{13} \text{Production}_{\text{tr},t-1} + \beta_{14} X_{\text{ent},t-1} + \text{Moy_Ind_Région}_{\text{tr},t} + \text{Moy_Ind_Tech}_{\text{tr},t} \\ & + \delta_t + \gamma_i + \varphi_\tau + \lambda_j + \varepsilon_{\text{ent}}). \end{aligned}$$

Tableau 8
Portée technologique des externalités

	Même technologie		Groupe de technologies		Toutes les technologies	
	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité
Établissements déjà utilisateurs dans les industries similaires qui ont adopté						
Technologie dans même groupe	...	...	0,0256*	0,00077	...	...
Erreur type	...	...	(0,0028)	...	...	...
Même technologie	0,0355*	0,0011	...	...	0,0478*	0,0014
Erreur type	(0,0030)	...	...	...	(0,0032)	...
Autre technologie dans même groupe	...	...	...	...	-0,0004	-0,00001
Erreur type	...	...	...	...	(0,0030)	...
Technologie dans groupes différents	...	...	-7 E-5*	-2 E-6	-0,0001*	-3E-6
Erreur type	...	...	(0,00002)	...	(0,00002)	...
Établissements déjà utilisateurs dans les industries assez similaires qui ont adopté						
Technologie dans même groupe	...	...	0,0020	0,00006	...	...
Erreur type	...	...	(0,0029)	...	...	...
Même technologie	0,0249*	0,00076	...	...	0,0503*	0,0015
Erreur type	(0,0030)	...	...	...	(0,0032)	...
Autre technologie dans même groupe	...	...	...	...	-0,0194*	-0,0006
Erreur type	...	...	...	...	(0,0030)	...
Technologie dans groupes différents	...	...	-0,0002*	-5E-6	-0,0002*	-6E-6
Erreur type	...	...	(0,00002)	...	(0,00003)	...
Établissements déjà utilisateurs dans les industries différentes qui ont adopté						
Technologie dans même groupe	...	...	-0,1020*	-0,003	...	...
Erreur type	...	...	(0,0050)	...	...	...
Même technologie	-0,0182*	-0,00055	...	...	-0,0023	-0,00007
Erreur type	(0,0043)	...	...	...	(0,0045)	...
Autre technologie dans même groupe	...	...	...	...	-0,0755*	-00,002
Erreur type	...	...	...	...	(0,0041)	...
Technologie dans groupes différents	...	...	-0,0002*	-6E-6	-0,0002*	-6E-6
Erreur type	...	...	(7E-06)	...	(7E-06)	...
Observations	106 188		106 188		106 188	
Logarithme du rapport de vraisemblance	67 936		69 069		69 539	

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{ent}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements et les effets d'agglomération, les variables de contrôle et les effets fixes. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

Étant donné que les établissements utilisateurs de technologie dans les industries similaires sont ceux qui revêtent le plus d'intérêt et dont l'effet est le plus marqué, nous examinons ici les effets des établissements déjà utilisateurs de technologie dans les industries similaires. Un profil clair se dégage des trois premières estimations à la colonne « Toutes les technologies » selon lequel les effets des établissements déjà utilisateurs diminuent avec la distance technologique. La probabilité qu'un établissement adopte la technologie τ augmente de 0,014 % lorsque le nombre d'établissements utilisateurs de la même technologie τ dans les industries similaires dans la

même région économique augmente de 1 %. Toutefois, la variation de la probabilité d'adoption attribuable à la présence d'établissements déjà utilisateurs du même groupe de technologies (excluant la même technologie τ) n'est pas significative, tandis que l'effet des établissements utilisateurs du groupe de technologies différent est très petit et négatif, avec une élasticité de -0,00001. Les résultats montrent que les effets positifs des externalités des établissements déjà utilisateurs émanent exclusivement des établissements utilisateurs de la même technologie. Par conséquent, cela prouve que la proximité technologique est un aspect important des externalités de connaissances produites par les établissements déjà utilisateurs qui se transmettent aux utilisateurs éventuels. Plus la technologie adoptée par les établissements déjà utilisateurs et la technologie devant être adoptée par les utilisateurs potentiels se rapprochent ou sont similaires, plus les effets des externalités sont marqués.

En outre, les résultats confirment de nouveau que les effets positifs de la présence locale d'utilisateurs de technologie sont transmis par une voie particulière à la technologie à chaque niveau industrie \times région. Il s'agit là d'une très forte preuve du fait que les effets d'externalités constatés dans cette étude ne sont pas attribuables à des facteurs communs au niveau industrie \times région ou technologie \times région, mais plutôt à des facteurs qui jouent au niveau d'interaction technologie \times industrie \times région \times temps. Lorsque nous intégrons le résultat principal exposé à la section 5.1 selon lequel les effets des externalités des établissements utilisateurs de technologie dans les autres industries sont plus importants que ceux des établissements utilisateurs dans leur propre industrie au niveau à quatre chiffres de la CTI, les effets des externalités déterminés dans ce document se situent au niveau de détail encore plus fin que le niveau technologie \times industrie \times région \times temps, et donc les résultats fondamentaux sont encore justifiés.

5.5 Autres effets d'agglomération

Nous avons analysé dans les sections précédentes comment la présence d'établissements déjà utilisateurs de technologie influe sur la décision des utilisateurs potentiels sur les plans de la proximité fonctionnelle, de la proximité géographique et de la proximité technologique. Toutefois, des facteurs autres que les externalités de connaissances émanant des établissements déjà utilisateurs influent aussi sur l'adoption de technologie. Par conséquent, nous examinons les effets d'autres externalités d'agglomération, soit la taille des activités économiques régionales, la main-d'œuvre qualifiée et la présence de fournisseurs d'entrées et de consommateurs de produits, qui influent également sur la probabilité d'adoption de technologie. Les résultats sont présentés au tableau 9.

Tableau 9
Autres effets d'agglomération

Effets d'agglomération	Adoption de technologie par un établissement		Adoption de technologie dans une région	
	Coefficient	Élasticité	Coefficient	Élasticité
Effets de l'emploi				
Emploi régional	0,0656*	0,020	...	...
Erreur type	(0,0087)	...	...	...
Emploi dans les industries similaires	...	...	-0,0714*	-0,0022
Erreur type	...	...	(0,0079)	...
Emploi dans les industries assez similaires	...	...	0,0563*	0,0017
Erreur type	...	...	(0,0039)	...
Emploi dans les industries différentes	...	...	0,0065	0,00020
Erreur type	...	...	(0,0073)	...
Autres effets d'agglomération				
Entrées	0,0760*	0,014	0,0760*	0,014
Erreur type	(0,0079)	...	(0,0079)	...
Production	-0,139*	-0,013	-0,139*	-0,013
Erreur type	(0,0088)	...	(0,0088)	...
Ingénieurs	4,39*	1,07	4,39*	1,07
Erreur type	(0,97)	...	(0,97)	...
Observations	106 188		106 188	
Logarithme du rapport de vraisemblance	67 937		68 172	

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{etir}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements, les autres effets d'agglomération, les variables de contrôle et les effets fixes. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.

La première colonne à la partie supérieure du tableau 9 montre comment l'ampleur des activités manufacturières régionales, mesurée par l'emploi régional, influe sur la probabilité d'adoption de technologie par un établissement. Le coefficient de l'emploi régional, $EMP_RÉGION_{it,t-1}$, est positif et significatif, avec une élasticité de 0,02. Cela laisse supposer que la probabilité qu'un établissement situé dans une division de recensement comptant 300 000 emplois dans le secteur manufacturier adopte une technologie donnée est de 20 % plus élevée comparativement à celle d'un établissement situé dans une division de recensement comptant 10 fois moins d'emplois manufacturiers, soit 30 000 emplois, toutes autres choses étant égales par ailleurs. Ce résultat vient étayer l'hypothèse selon laquelle l'agglomération régionale facilite l'adoption de technologie dans une région.

Il est naturel de se demander alors quel type d'agglomération régionale facilite l'adoption de technologie dans une région. Est-ce la spécialisation régionale dans un petit nombre d'industries, comme l'affirme Marshall (1920) ou la diversification régionale des industries, comme le soutient Jacobs (1970)? La deuxième colonne à la partie supérieure du tableau 9 montre comment les agglomérations de différents groupes d'industries (regroupées en catégories selon les similarités sur le plan des achats d'entrées) influent de façon différente sur la probabilité d'adoption de technologie dans une région. La variable « emploi dans les industries similaires » saisit l'incidence de la taille de l'emploi dans les industries similaires sur la probabilité d'adoption de technologie par un établissement. Le coefficient négatif estimé laisse supposer que

la probabilité qu'un établissement adopte une technologie en fait diminue avec l'agglomération des industries similaires dans une région. Les résultats révèlent en outre qu'un établissement est plus susceptible d'adopter une technologie à mesure que la taille des industries assez similaires dans une région augmente, tandis que la taille des industries différentes dans la région ne semble pas avoir d'incidence.

Ainsi, il semble que l'adoption de technologie soit facilitée non par l'agglomération d'industries similaires ou différentes dans une région, mais par l'agglomération d'industries assez similaires. Cette constatation vient appuyer l'affirmation de Jacobs (1970) en ce qui concerne la diversification des économies : les établissements retirent plus d'avantages de la présence d'un ensemble diversifié d'industries qui amènent de nouvelles idées et pratiques à un endroit donné. Le résultat toutefois attire l'attention sur une conséquence plus intéressante, soit l'optimisation de l'apprentissage lorsque les établissements sont suffisamment différents pour apprendre les uns des autres mais suffisamment similaires pour que les connaissances apprises soient pertinentes. Cette constatation fournit plus d'éclaircissements sur le degré de diversification des économies voulu pour optimiser l'apprentissage inter-organisationnel et pour faciliter l'adoption de technologie dans une région. Selon une autre interprétation de l'effet négatif de l'agglomération dans les industries similaires, une vive concurrence pour une part de marché peut faire baisser les bénéfices et donc diminuer la probabilité d'adoption de technologie. Les deux hypothèses soulignent systématiquement non seulement l'importance de la taille de l'agglomération régionale mais, plus important encore, quelle agglomération d'industries peut être plus pertinente.

Ce résultat est comparable à celui obtenu pour l'effet des établissements déjà utilisateurs. Dans le cas des établissements utilisateurs de technologie, les effets sont les plus marqués lorsque les établissements déjà utilisateurs font partie du groupe des industries similaires mais non de la même industrie. Dans le cas de l'emploi, cependant, la portée est plus vaste en ce que les effets sont plus importants lorsque l'emploi régional est élevé dans les industries assez similaires.

La partie inférieure du tableau 9 montre les effets de la présence de scientifiques et d'ingénieurs, de fournisseurs d'entrées et de consommateurs de produits. Le coefficient d'*Ingénieurs*_{*r,t-1*} est estimé comme étant hautement significatif avec une élasticité de 1,07. Cela laisse supposer qu'une variation d'un point de pourcentage de la part de scientifiques et d'ingénieurs dans la population dans une division de recensement, mettons de 4,1 % à 5,1 % (c.-à-d. une variation de 24 % de la part), augmente de 26 % la probabilité qu'un établissement adopte une technologie donnée¹⁸. L'effet significatif d'une main-d'œuvre régionale spécialisée et qualifiée est conforme à l'affirmation voulant qu'une abondance de personnes ayant le savoir-faire et les connaissances technologiques voulus augmente la capacité d'absorption et donc la probabilité d'adoption de la technologie dans la région¹⁹. Les effets de la « présence locale de fournisseurs d'entrées de

18. La part moyenne de scientifiques et d'ingénieurs dans une région est de 4,1 % et la variation dans une région est relativement faible. Comme l'élasticité dans le modèle logit saisit la variation de la probabilité attribuable à la variation en pourcentage d'une variable indépendante à un endroit local, il convient de procéder avec soin en interprétant les élasticités dans le modèle logit. Étant donné une fonction de distribution cumulative en forme de S, l'augmentation de la probabilité diminue lorsque la valeur d'une variable est plus élevée.

19. Ce résultat est conforme à celui de Dumais, Ellison et Glaeser (1997) selon lequel la création d'un bassin de main-d'œuvre est l'une des externalités les plus importantes de l'agglomération.

production dans une région » sont estimés comme étant positifs et significatifs, ce qui appuie la théorie selon laquelle la présence de fournisseurs d'entrées dans la région favorise l'adoption de technologie²⁰. Sur le plan quantitatif, l'élasticité de 0,014 montre que la grandeur de l'effet des fournisseurs locaux correspond aux deux tiers environ de celle de l'effet de l'emploi régional.

5.6 *Caractéristiques organisationnelles*

En analysant les effets des externalités de connaissances et d'autres aspects de l'agglomération régionale, il importe beaucoup de tenir compte de l'hétérogénéité des établissements afin de ne pas tirer de conclusions fausses sur les effets des externalités particuliers à chaque établissement. Le tableau 10 montre les effets estimatifs des caractéristiques des établissements qui sont prises en compte tout au long des diverses spécifications présentées dans ce document. Étant donné que les estimations des caractéristiques des établissements demeurent très stables et robustes pour toutes les spécifications, nous présentons et examinons ici les estimations résultant de la spécification principale.

L'effet estimatif de l'emploi montre que la probabilité d'adoption de technologie d'un établissement augmente de 0,22 % avec chaque augmentation de 1 % de l'effectif de l'établissement. Cette constatation est conforme à la théorie selon laquelle les capacités et les ressources organisationnelles sont l'un des facteurs les plus importants dans l'adoption de technologie. L'effet négatif du nombre de produits fabriqués par l'établissement laisse supposer que les économies d'échelle internes (qui sont inversement corrélées au nombre de produits) sont corrélées positivement à l'adoption de technologie même après prise en compte de la capacité de l'établissement. Cela pourrait être attribuable au fait que les coûts de la technologie sont répartis sur une plus grande quantité de produits à mesure que la production se fait à plus grande échelle. La diversité des voies de transmission de l'information, telle que mesurée par le nombre d'industries au niveau à quatre chiffres de la CTI dans lequel l'établissement mène ses activités, est corrélée positivement à l'adoption de technologie. En outre, l'adoption de technologie est moins probable dans les entreprises à établissement unique ou dans les établissements appartenant à des intérêts canadiens, comparativement aux établissements d'entreprises à plusieurs établissements ou aux établissements appartenant à des intérêts étrangers, même après prise en compte de la taille de l'établissement. Cela laisse supposer que les avantages que procure l'appartenance à une entreprise à plusieurs établissements ou à une entreprise appartenant à des intérêts étrangers découlent non seulement de la taille de l'établissement, mais également des renseignements et des ressources disponibles venant d'ailleurs²¹.

20. L'importance des fournisseurs locaux est également documentée dans Kelley et Helper (1996).

21. Les taux plus élevés d'adoption de technologie chez les entreprises appartenant à des intérêts étrangers sont documentés dans Baldwin et Gu (2004).

Tableau 10
Caractéristiques organisationnelles


Variable	Régression principale	
	Coefficient	Élasticité
Taille	0,557*	0,017
Erreur type	(0,0076)	...
Âge	-0,0752*	-0,0023
Erreur type	(0,009)	...
Diversité	0,100*	0,003
Erreur type	(0,0085)	...
Production	-0,115*	-0,0035
Erreur type	(0,0091)	...
Petit	-0,0407*	...
Erreur type	(0,020)	...
Intérêts étrangers	0,0860*	...
Erreur type	(0,015)	...
À établissement unique	-0,182*	...
Erreur type	(0,016)	...
Observations	106 188	...
Logarithme du rapport de vraisemblance	67 936	...

... n'ayant pas lieu de figurer

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

Nota : Variable dépendante : *ADOPTION_{etir}*. Sont inclus également les établissements déjà utilisateurs, les autres effets d'agglomération, les variables de contrôle et les effets fixes. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur. *Taille* est l'effectif total; *âge* est l'âge de l'établissement; *diversité* est le nombre d'industries au niveau à quatre chiffres de la Classification type des industries dans lequel l'établissement mène ses activités; *production* est le nombre de produits fabriqués par l'établissement; *petit* : les établissements sont petits si l'effectif est de moins de 20 employés; *intérêts étrangers* est une variable nominale pour un établissement appartenant à des intérêts étrangers; *à établissement unique* est une variable nominale pour les entreprises à établissement unique. *Petit*, *intérêts étrangers* et *à établissement unique* ont tous la valeur 1.

Sources : Statistique Canada, Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe et Enquête annuelle des manufactures.



6. Conclusion

Dans ce document, nous documentons tout d'abord le degré plus élevé de concentration géographique chez les établissements utilisateurs de technologie par rapport à l'ensemble des établissements. En nous appuyant sur cette observation ainsi que sur les avantages mentionnés fréquemment des externalités de connaissances dans les régions d'agglomération, nous examinons le rôle que jouent les externalités de connaissances dans l'adoption de technologie en analysant le profil d'adoption de technologie des divers établissements et, le cas échéant, la portée des externalités de connaissances. En utilisant diverses et riches sources d'information et enquêtes, nous cernons avec soin les externalités de connaissances produites par les établissements déjà utilisateurs de technologie qui se transmettent à des utilisateurs potentiels de technologie, séparément des effets de diverses autres externalités d'agglomération, des effets exogènes, des infrastructures locales et de l'hétérogénéité des établissements, et ce, en analysant la portée des externalités de connaissances selon les diverses dimensions de proximité sectorielle, géographique et technologique.

La principale conclusion de cette étude est que la probabilité qu'un établissement adopte une technologie particulière est augmentée par la présence d'établissements locaux déjà utilisateurs de la même technologie dans les industries similaires. En déterminant les effets des externalités de connaissances selon l'interaction des éléments technologie \times industrie \times région \times temps, nous surmontons les difficultés que présente la détermination d'externalités de connaissances non observables pouvant influencer sur la décision en matière d'adoption de technologie. En outre, en montrant que les plus importants effets des externalités sont ceux des externalités produites par les établissements déjà utilisateurs qui mènent des activités sur un marché de procédés similaires mais un marché de produits différents, nous montrons de façon très convaincante qu'il est très peu probable que les effets déterminés sont attribuables à une corrélation fautive à un niveau donné. Le profil distinct des externalités de connaissances qui baisse de façon monotone dans toutes trois dimensions de distance fonctionnelle, géographique et technologique, confirme ce résultat. Nous en arrivons à la conclusion que les externalités de connaissances émanant des établissements déjà utilisateurs de technologie sont bornées le long des trois dimensions : proximité géographique, proximité du processus de production et proximité technologique.



Annexe A : Construction des variables

1. Variables d'autres externalités d'agglomération

Les mesures suivantes des effets d'agglomération sont calculées au niveau de la division de recensement, représentée par r , dans laquelle l'établissement est situé selon les renseignements tirés de l'Enquête annuelle des manufactures (EAM)²². Comme l'EAM porte sur la presque totalité des établissements manufacturiers, ces effets d'agglomération peuvent être mesurés au niveau de détail plus fin de la division de recensement sans se demander s'il est représentatif de la population.

L'ampleur des activités manufacturières dans une région, $Emploi\ Régional_n$, est mesurée comme étant le logarithme naturel de l'emploi dans le secteur de la fabrication dans la division de recensement. Comme dans le cas des établissements déjà utilisateurs de technologie, $Emploi\ Régional_n$ peut être décomposé en trois groupes selon qu'il s'agit d'emploi dans les industries similaires, assez similaires et différentes.

La main-d'œuvre spécialisée qualifiée dans une région, $Ingénieurs_n$, est calculée comme étant la proportion de personnes titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie dans la division de recensement²³.

$$Ingénieurs_n = \left(\frac{Scientifiques\ \&\ Ingénieurs_n}{population_n} \right)$$

La présence de fournisseurs d'entrées pour l'industrie i dans la division de recensement r au temps t est calculée comme étant

22. On pourrait soutenir que, pour mesurer le marché du travail, il conviendrait mieux d'utiliser des régions urbaines fonctionnelles (p. ex., des régions métropolitaines) qui tiennent compte des profils de navettage plutôt que d'utiliser des divisions de recensement. Nous utilisons néanmoins des divisions de recensement, et ce, pour les raisons suivantes. Étant donné qu'une proportion importante des établissements sur lesquels portent les données sont situés dans des régions non métropolitaines, si des régions urbaines fonctionnelles étaient utilisées, ces observations devraient être supprimées. Étant donné la taille de l'ensemble de données et les renseignements de valeur que possèdent les établissements qui sont situés dans des régions non métropolitaines, il est utile de conserver le plus grand nombre d'observations possible, même si nous devons utiliser des divisions de recensement plutôt que des régions urbaines fonctionnelles qui conviendraient mieux.

23. Les renseignements sur le principal domaine d'études sont tirés du Recensement de la population. Ces renseignements sont recueillis depuis 1986. Par conséquent, pour les observations pour la période 1 (1985 à 1987), nous avons recours au Recensement de la population de 1986. Utiliser des renseignements sur la main-d'œuvre de 1986 pour la période 1 ne ferait pas beaucoup de différence puisque la variation de la proportion de titulaires d'un diplôme en sciences ou en génie serait probablement très petite.

$$Entrées_{irt} = \ln \left(\sum_{j \neq i} E_{jit} \frac{M_{jrt}}{M_{jt}} \right)$$

où E_{jit} est la valeur des entrées de l'industrie i qui proviennent de l'industrie j au temps t , M_{jrt} est l'emploi dans l'industrie j dans la division de recensement r au temps t et M_{jt} est l'emploi total dans l'industrie j au temps t . Comme les Tableaux sur les d'entrées-sorties nationales fournissent les flux des entrées et des sorties au niveau national, les valeurs au niveau régional sont calculées en utilisant la proportion de l'emploi dans la division de recensement par rapport à l'emploi national. De même, la présence d'acheteurs de produits pour l'industrie i dans la division de recensement r au temps t est calculé comme étant

$$Production_{irt} = \ln \left(\sum_{j \neq i} P_{jit} \frac{M_{jrt}}{M_{jt}} \right)$$

où P_{jit} est la valeur de la production de l'industrie i qui va à l'industrie j .

2. Caractéristiques organisationnelles

X_{eirt} est un vecteur des caractéristiques suivantes des établissements : taille (l'effectif de l'établissement), afin de saisir la mesure dans laquelle une organisation est disposée et capable d'adopter une nouvelle technologie et la mesure dans laquelle celle-ci lui procurera des avantages²⁴; âge (l'âge de l'établissement), afin de saisir les différences sur le plan de l'adaptabilité et de la souplesse des établissements face aux nouvelles technologies; production (le nombre de produits fabriqués dans l'établissement), afin de saisir le degré d'utilisation de technologie et la réduction du coût d'adoption découlant de l'utilisation de procédés au processus dans une unité d'exploitation unique pour produire ou distribuer plus d'un produit; diversité²⁵ (le nombre d'industries au niveau à quatre chiffres dans lesquelles un établissement mène des activités), afin de saisir la diversité des voies de transmission d'information d'une organisation et les possibilités qui s'offrent à elle d'acquérir des connaissances éventuelles; intérêts étrangers (il s'agit d'une variable nominale pour les établissements appartenant à des intérêts étrangers), pour saisir l'avantage découlant de l'accès interne à la société mère située ailleurs et de l'accès à certaines ressources et à certains renseignements qui ne sont pas disponibles aux établissements appartenant à des intérêts canadiens²⁶; à établissement unique (variable nominale pour les entreprises à établissement unique), afin de saisir les différences entre les établissements appartenant à une entreprise à plusieurs établissements par rapport aux entreprises à établissement unique sur le plan de l'accès aux ressources, connaissances et renseignements non locaux.

24. Pour plus de détails sur la théorie de l'importance des capacités des entreprises sur le plan de l'adoption de technologie, voir Kelley et Helper (1996), Dosi (1988), Cohen et Levin (1989), et March (1981).

25. Pour de plus amples renseignements à ce sujet, voir Kelley et Helper (1996).

26. Baldwin et Diverty (1995) montrent que les établissements canadiens sont moins productifs que les établissements sous contrôle étranger.

Annexe B

Tableau B.1
Statistiques sommaires portant sur les tailles des industries connexes

Catégorie d'industries	Nombre moyen d'industries au niveau CTI-3	Écart-type	Minimum	Maximum
Industries similaires	6,65	5,61	1	20
Industries assez similaires	8,89	4,02	0	33
Industries différentes	92,46	9,60	69	107
Industries au niveau à deux chiffres de la CTI	4,95	2,61	1	9

Nota : CTI : Classification type des industries. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête de 1993 sur les innovations et les technologies de pointe et Enquête annuelle des manufactures.

Tableau B.2
Modèles probabilistes linéaires avec effets fixes


	Région économique	Division de recensement)	Région économique × CTI-3 ¹	Division de recensement × CTI-3	Technologie × CTI-3
Utilisation de technologie – Appariement					
Déjà utilisateurs dans les industries similaires	0,0019*	0,0018*	0,0016*	0,0018*	0,0015*
Erreur type	(7,08)	(6,57)	(5,85)	(6,71)	(5,35)
Déjà utilisateurs dans les industries assez similaires	0,0014*	0,0015*	0,0015*	0,0015*	0,0014*
Erreur type	(5,21)	(5,42)	(5,63)	(5,51)	(5,38)
Déjà utilisateurs dans les industries différentes	0,00002	0,00003	0,0002	0,00007	0,0003
Erreur type	(0,07)	(-0,44)	(0,55)	(0,22)	(0,39)
Effets fixes					
Temps (t)	oui	oui	oui	oui	oui
Technologie (τ)	oui	oui	oui	oui	oui
Industrie (CTI-3 : i)	oui	oui	non	non	non
Région (région économique : R)	oui	non	non	non	non
Région (division de recensement : r)	non	oui	non	non	non
Région – industrie (CTI-3 * région économique : i × R)	non	non	oui	non	non
Région – industrie (CTI-3 * division de recensement : i × r)	non	non	non	oui	non
Industrie – technologie (CTI-3 * Technologie : i × τ)	non	non	non	non	oui
Observations	105 902	105 902	105 902	105 902	105 902
R carré	0,051	0,059	0,061	0,072	0,059

* χ^2 est statistiquement significatif à $p < 0,05$

1. Classification type des industries au niveau à trois chiffres.

Nota : Variable dépendante : $ADOPTION_{ent}$. Sont inclus également les caractéristiques des établissements et les effets d'agglomération. Les variables sont définies au tableau 3. Ce tableau présente les résultats des calculs de l'auteur.

Sources : Statistique Canada, Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 et Enquête annuelle des manufactures.



Bibliographie

Audretsch, David B., et Maryann P. Feldman. 1996. « R&D spillovers and the geography of innovation and production ». *The American Economic Review*. 86, 3 : 630-640.

Baldwin, John R., et Brent Diverty. 1995. *Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication*. Direction des études analytiques. Documents de recherche. N° 11F0019MIF1995085 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Baldwin, John R., et Wulong Gu. 2004. *Innovation, survie et rendement des établissements canadiens de fabrication*. Série de documents de recherche sur l'analyse économique (AE). N° 11F0027MIF2004022 au catalogue. Ottawa : Statistique Canada.

Badaracco, Joseph L., Jr. 1991. *The Knowledge Link: How Firms Compete Through Strategic Alliances*. Boston, Mass. : Harvard Business School Press.

Bresnahan, Timothy F., et Manuel Trajtenberg. 1995. « General purpose technologies: Engines of growth? » *Journal of Econometrics*. 65, 1 : 83-108.

Carlsson, Bo, et Staffan Jacobsson. 1994. « Technological system and economic policy: The diffusion of factory automation in Sweden ». *Research Policy*. 23, 3 : 235-248.

Case, Anne 1992. « Neighborhood influence and technological change ». *Regional Science and Urban Economics*. 22, 3 : 491-508.

Caves, Richard E. 1989. *Multinational Enterprise and Economic Analysis*. Cambridge, U.K.; New York : Cambridge University Press.

Chandler, Alfred D., Jr. 1990. *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, Mass. : Belknap Press of Harvard University Press.

Chinitz, Benjamin. 1961. « Contrasts in agglomeration: New York and Pittsburgh ». *American Economic Review*. 51, 2 : 279-89.

Cohen, Wesley M., et Richard C. Levin. 1989. « Empirical studies of innovation and market structure ». Dans *Handbook of Industrial Organization*. R.C. Schmalensee et R.D. Willig (rév.). 2, 18 : 1059-1101. New York : Elsevier.

Cohen, Wesley M., et Daniel A. Levinthal. 1990. « Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation ». *Administrative Science Quarterly*. 35, 1 : 128-152.

- DiMaggio, Paul J., et Walter W. Powell. 1983. « The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields ». *American Sociological Review*. 48, 2 : 147-160.
- Dore, Ronald P. 1983. « Goodwill and the spirit of market capitalism ». *British Journal of Sociology*. 34, 4 : 459-82.
- Dore, Ronald P. 1986. *Flexible Rigidities: Industrial Policy and Structural Adjustment in the Japanese Economy, 1970-80*. Stanford, Cal. : Stanford University Press.
- Dosi, Giovanni. 1988. « Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation ». *Journal of Economic Literature*. 26, 3 : 1120-1171.
- Dumais, Guy, Glenn Ellison et Edward L. Glaeser. 1997. *Geographic concentration as a dynamic process*. Série de documents de recherche du NBER, n° 6270. Cambridge, Mass. : National Bureau of Economic Research.
- Dunning, John H. 1998. « Globalization, technological change, and the spatial organization of economic activity ». Dans *The Dynamic Firm*. 27-42. A. Chandler Jr., P. Hagström et Ö. Sölvell (rév.). Oxford : Oxford University Press.
- Duranton, Gilles, et Diego Puga. 2004. « Micro-foundations of urban agglomeration economies ». Dans *Handbook of Regional and Urban Economics*. J.V. Henderson et J.-F. Thisse (rév.). 4, 48 : 2063-2117. Elsevier.
- Ellison, Glenn, et Edward L. Glaeser. 1997. « Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dartboard approach ». *Journal of Political Economy*. 105, 5 : 889-927.
- Feldman, Maryann P., et David B. Audretsch. 1999. « Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition ». *European Economic Review*. 43, 2 : 409-429.
- Fujita, Masahisa, Paul R. Krugman et Anthony Venables. 1999. « The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade ». Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Gertler, Meric S. 1995. « 'Being there': Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies ». *Economic Geography*. 71, 1 : 1-26.
- Gertler, Meric S. 2001. *Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there)*. Document présenté à la conférence d'été Nelson and Winter, organisée par DRUID, à Aalborg, Denmark. Toronto : University of Toronto, Centre for International Studies.
- Glaeser, Edward L., Hedi D. Kallal, Jose A. Scheinkman et Andrei Shleifer. 1992. « Growth in cities ». *Journal of Political Economy*. 100, 6 : 1126-1152.

Globerman, Steven 1975. « Technological diffusion in the Canadian tool and die industry ». *The Review of Economics and Statistics*. 57, 4 : 428-434.

Hanson, Gordon H. 2000. *Scale economies and the geographic concentration of industry*. Série de documents de recherche du NBER, n° 8013. Cambridge, Mass. : National Bureau of Economic Research.

Harrison, Bennet. 1994. *Lean and Mean: The Changing Landscape of Corporate Power in the Age of Flexibility*. New York : Basic Books.

Harrison, Bennet, Maryellen R. Kelley et Jon Gant. 1996. « Innovative Firm Behavior and Local Milieu: Exploring the Intersection of Agglomeration, Firm Effects, and Technological Change ». *Economic Geography*. 72, 3 : 233-258.

Harrison, Bennet, Maryellen R. Kelley et Jon Gant. 1996. « Specialization versus diversity in local economies: The implications for innovative private-sector behaviour ». *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*. 2, 2 : 61-92. Washington, D.C. : United States. Department of Housing and Urban Development. Office of Policy Development and Research.

Helpman, Elhanan, et Manuel Trajtenberg. 1998. « Diffusion of general purpose technologies ». Dans *General Purpose Technologies and Economic Growth*. 1-13. E. Helpman (rév.). Cambridge, Mass. : The MIT Press.

Helper, Susan. 1995. *Supplier relations and adoption of new technology: Results of survey research in the U.S. auto industry*. Série de documents de recherche du NBER, n° 5278. Cambridge, Mass. : National Bureau of Economic Research.

Henderson, J. Vernon 1999. *Marshall's Scale Economies*. Série de documents de recherche du NBER, n° 7358. Cambridge, Mass. : National Bureau of Economic Research.

Holmes, Thomas J. 2002. *The role of cities: Evidence from the placement of sales offices*. Staff Report no. 298. Minneapolis, Minn. : Federal Reserve Bank of Minneapolis.

Jacobs, Jane. 1970. *The Economy of Cities*. New York : Vintage Books.

Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg et Rebecca Henderson. 1993. « Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations ». *Quarterly Journal of Economics*. 108, 3 : 577-598.

Kelley, Maryellen R. 1993. « Organizational resources and the industrial environment: the importance of firm size and interfirm linkages to the adoption of advanced manufacturing technology ». *International Journal of Technology Management*. 8 : 33-68.

Kelley, Maryellen R., et S. Helper. 1996. *Firm size and capabilities, regional agglomeration, and the adoption of new technology*. Document de travail. Industrial Performance Center. Cambridge, Mass. : Massachusetts Institute of Technology.

Krugman, Paul. 1991a. « Increasing returns and economic geography ». *The Journal of Political Economy*. 99, 3 : 483-499.

Krugman, Paul. 1991b. *Geography and Trade*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Landes, David S. 1998. *The Wealth and Poverty of Nations: Why Some Are so Rich and Some so Poor*. New York : W.W. Norton.

Lane, Sarah. 1991. « The determinants of investment in new technology ». *American Economic Review*. 81, 2 : 262-265.

Levin, Richard C., Aevin K. Klevorick, Richard R. Nelson et Sydney G. Winter. 1987. *Appropriating the returns from industrial research and development*. Brookings Papers on Economic Activity. 3 : 783-831. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.

Malerba, F. 1992. « Learning by firms and incremental technical change ». *The Economic Journal*. 102, 413 : 845-859.

March, James G. 1981. « Footnotes to organizational change ». *Administrative Science Quarterly*. 26, 4 : 563-577.

Marshall, Alfred. 1920. *Principles of Economics: An Introductory Volume*. (8^{ième} édition). New York : Macmillan.

Maskell, P., et A. Malmberg. 1999. « Localised learning and industrial competitiveness ». *Cambridge Journal of Economics*. 23, 2 : 167-185.

Mowery, David C. (rév.). 1988. *International Collaborative Ventures in U.S. Manufacturing*. Cambridge, Mass. : Ballinger.

Nelson, Richard R., et Sidney G. Winter. 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass. : Belknap Press of Harvard University.

Piore, Michael J., et Charles F. Sabel. 1984. *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. New York : Basic Books.

Porter, Michael E. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. New York : Free Press.

Porter, Michael E. 1998. *On Competition*. Harvard Business Review Book Series. Boston, Mass. : Harvard Business School Publishing.

Porter, Michael E. 2000. « Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy ». *Economic Development Quarterly*. 14, 1 : 15-34.

Powell, Walter W. 1990. « Neither market nor hierarchy: Network forms of organization ». *Research in Organizational Behavior*. 12 : 295-336.

Powell, Walter W., et Peter Brantley. 1992. « Competitive cooperation in biotechnology: learning through networks? » Dans *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*. N. Nohria et R.G. Eccles (rév.). 366–394. Boston, Mass. : Harvard Business School Press.

Reber, A. 1995. *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*. New York : Oxford University Press.

Romeo, A. 1975. « Interindustry and interfirm differences in the rate of diffusion of an innovation ». *The Review of Economics and Statistics*. 57 : 311–319.

Romer, P.M. 1990. « Endogenous technological change ». *Journal of Political Economy*. 98, 5 : 71–102.

Rosenberg, Nathan. 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge, U.K. : Cambridge University Press.

Rosenthal, Stuart S., et William C. Strange. 2001. « The determinants of agglomeration ». *Journal of Urban Economics*. 50, 2 : 191–229.

Rosenthal, Stuart S., et William C. Strange. 2003. « Geography, industrial organization, and agglomeration ». *The Review of Economics and Statistics*. 85, 2 : 377–393.

Saxenian, AnnaLee. 1994. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, Mass. : Harvard University Press.

Saxenian, AnnaLee. 1996. « Inside-out: Regional networks and industrial adaptation in Silicon Valley and Route 128 ». *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*. 2, 2 : 41–60. Washington, D.C. : United States. Department of Housing and Urban Development. Office of Policy Development and Research.

Scherer, Frederic M., Alan Beckenstein, Erich Kaufer, Dennis R. Murphy et Francine Bougeon-Massen. 1975. *The Economics of Multi-plant Operation: An International Comparisons Study*. Cambridge, Mass. : Harvard University Press.

Statistique Canada. s.d. *Enquête annuelle des manufactures*. 1983 à 1993. Ottawa : Statistique Canada.

Statistique Canada. 1993. *Enquête sur les innovations et les technologies de pointe*. Ottawa : Statistique Canada.

von Hippel, Eric. 1988. *The Sources of Innovation*. Oxford : Oxford University Press.